

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06642234 0







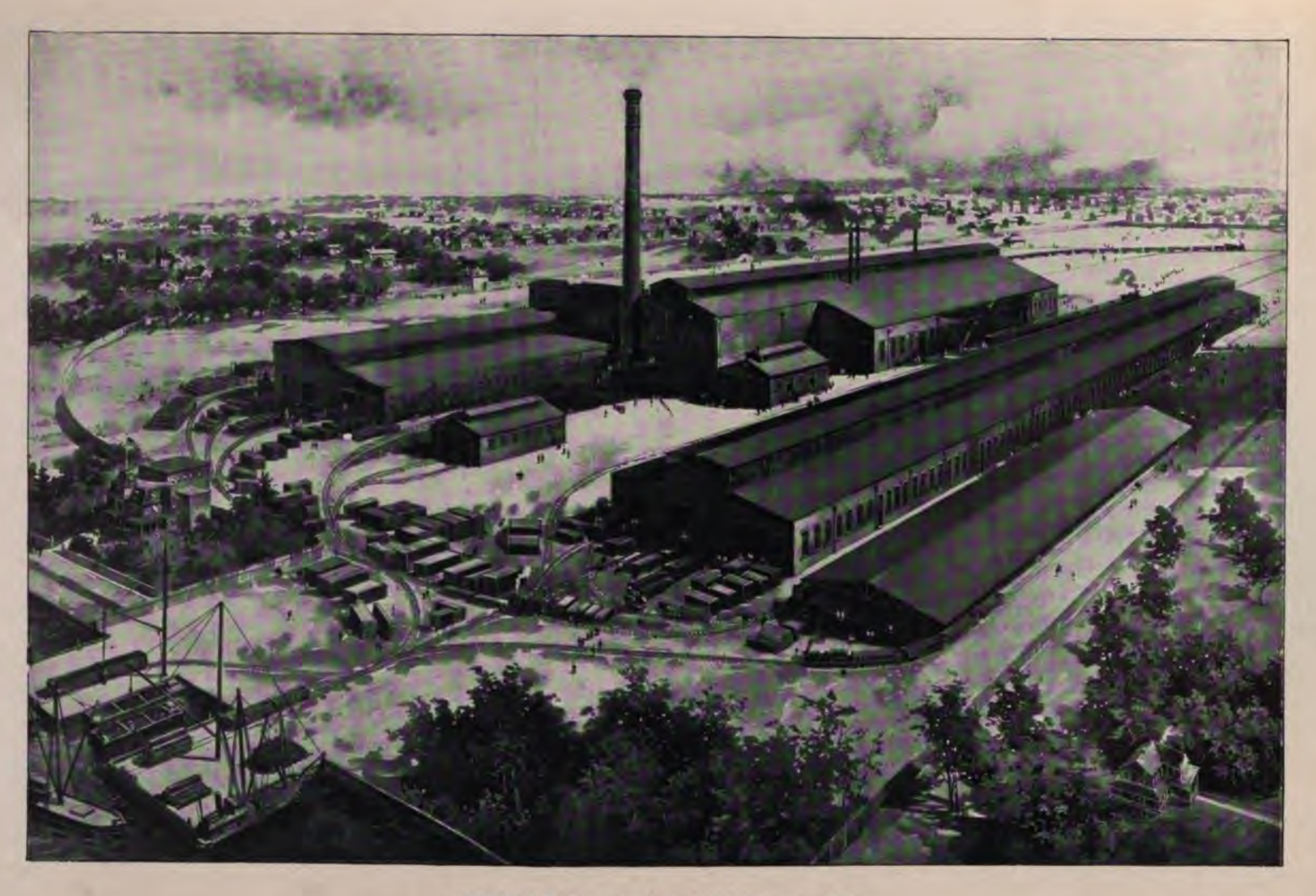












The Babcock & Wilcox Co., Newyork. Werk Bayonne N. Y.





The Babcock & Wilcox Co., Newyork. Werk Bayonne N. Y.



Fonderies et Ateliers de la Courneuve, Chaudières Babcock & Wilcox, Paris. Werke Aubervilliers-la-Courneuve.



ERHALTENE AUSZEICHNUNGEN:

PHILADELPHIA 1876 — Höchste Auszeichnung.
MASSACHUSETTS 1882 — Höchste Auszeichnung.
AMERIKANISCHE GESELLSCHAFT, N. Y. 1882 — Bronzene Medaille.
OHIO, MECHANICS' INSTITUTE, CINCINNATI 1883 — Silberne Medaille.
SÜD-AUSSTELLUNG, LOUISVILLE 1883 — Bronzene Medaille.
GEORGIA, ATLANT. AUSSTELLUNG 1883 — Erste Auszeichnung.
NEW-ORLEANS, WELT-AUSSTELLUNG (COTTON) 1884/85 — Goldene Medaille.
PHILADELPHIA, ELEKTRISCHER KONGRESS 1884.
PARIS 1885 — Goldene Medaille.
EDINBURG 1885.
MAILAND 1886 — Diplom.
GLASGOW 1887.
BARCELONA 1888 — Goldene Medaille.
MELBOURNE 1888 — First Order of Merit and Gold Medal.
BRÜSSEL 1888 — Goldene Medaille.





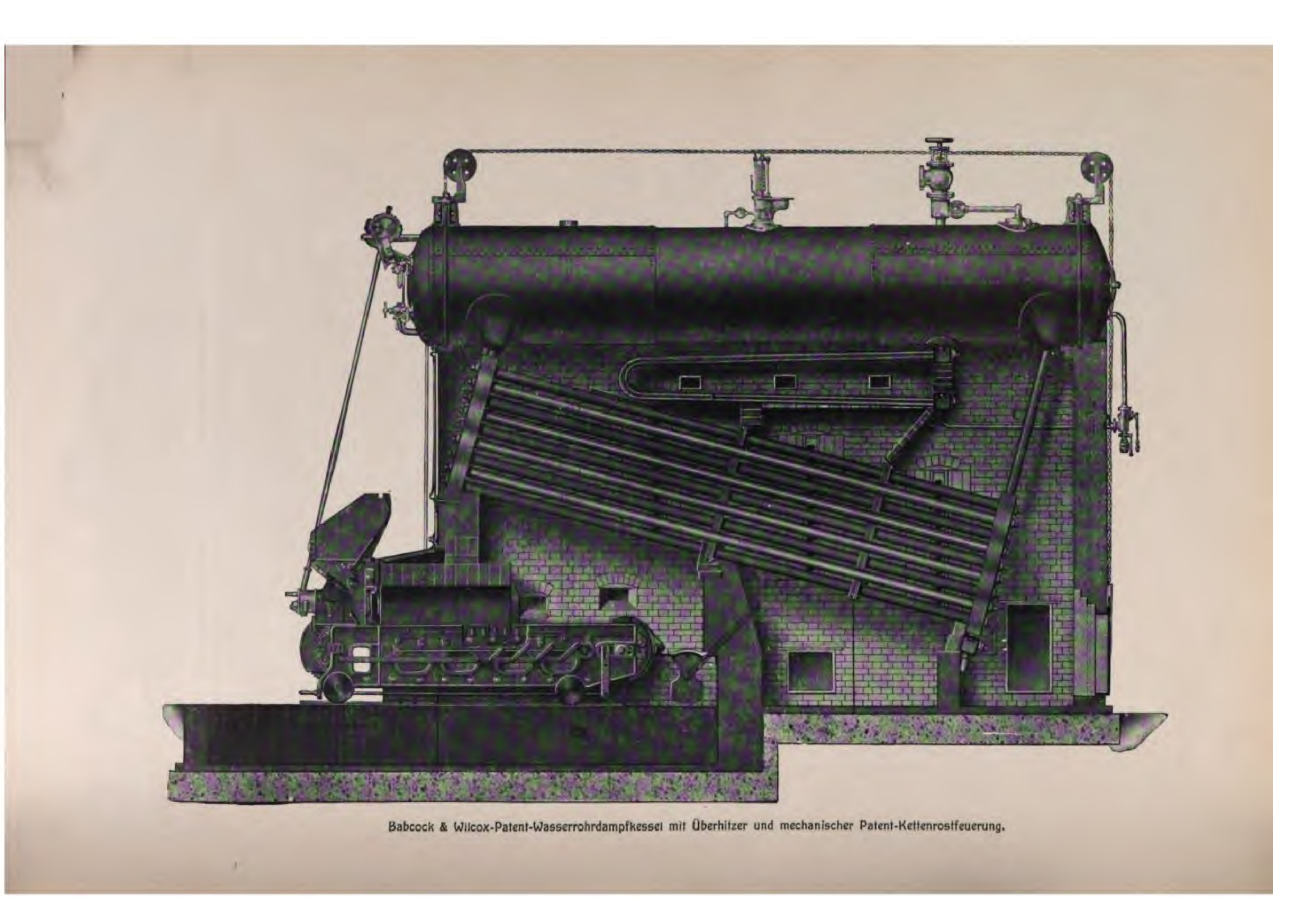






PARIS, WELT-AUSSTELLUNG 1889 — Grand Prix, höchste Auszeichnung.
KIMBERLEY, SÜDAFRIKA 1892 — Goldene Medaille.
PARIS, MÜHLEN-AUSSTELLUNG 1892.
MARINE-AUSSTELLUNG 1893 — Diplom.
CHICAGO, WELT-AUSSTELLUNG 1893 — Bronzene Medaille.
LYON 1894 — Grand Prix.
ANTWERPEN 1894 — Grand Prix und Goldene Medaille.
LUXEMBURG 1894.
PRETORIA, LANDWIRTSCHAFTLICHE AUSSTELLUNG 1894 — „Extra"-Preis.
REIMS 1895 — Ehrendiplom und Silberne Medaille.
BELFAST, AUSSTELLUNG FÜR KUNST UND INDUSTRIE 1895 — Goldene Medaille.
BORDEAUX 1895 — Mitglied der Jury — Außer Preisbewerb.
KIEL 1896 — Goldene Medaille.
BUDAPEST 1896 — Höchste Auszeichnung.
CARDIFF 1896 — Diplom.
PARIS, WELT-AUSSTELLUNG 1900 — Grand Prix, höchste Auszeichnung.
COMO, AUSSTELLUNG 1899 — Diplom.
BOMBAY, INDUSTRIE- UND ACKERBAU-AUSSTELLUNG 1904/05 — Goldene Medaille.
MAILAND, INTERNATIONALE WELT-AUSSTELLUNG 1906 — Grand Prix.





Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel mit Überhitzer und mechanischer Patent-Kettenrostfeuerung.

NÜTZLICHE MITTEILUNGEN FÜR DAMPFKESSEL-BESITZER.

SPARSAMKEIT UND SICHERHEIT IN DER ERZEUGUNG DES DAMPFES.



parsamkeit **im Kohlenverbrauch** ist von großer und stets wachsender Bedeutung. Man schätzt die Kohlenförderung der Welt im Jahre 1903 auf 822848100 Tonnen, und hiervon entfallen auf die vornehmlichst Kohlen produzierenden Länder

Großbritannien und Irland	230314900	Tonnen,
Vereinigte Staaten von Nordamerika	319 C89 500	„
Deutsches Reich	159898600	„
Frankreich	34356300	„
Österreich-Ungarn	39527500	„
Belgien	23421200	„
Rußland	16240100	„

Nach dem Bericht der „Königlichen Kommission" in England vom Jahre 1870 verbrauchten von dem Gesamtquantum an Kohlen:

Hütten- und Bergwerke	44	Prozent
Haushaltungen, Gas- und Wasserwerke	26	„
Fabrikbetriebe	25	„
See- und Landtransporte	5	„

Seit dem Jahre 1870 nahm die elektrische Industrie einen außerordentlichen Aufschwung und benötigte sehr große Kraftquellen, so daß die in vorstehendem prozentual angegebenen Zahlen wahrscheinlich mit der Gegenwart sehr differieren, und da ein bedeutendes Quantum der in der Metallindustrie und in Bergwerken verwendeten Kohle, sowie die für die tägliche Wasserlieferung zur Anwendung gelangende, für Kraftzwecke benötigt wird, so glauben wir nicht fehlzugehen in der Annahme, daß 425000000 Tonnen jährlich zur Erzeugung von Dampf verwendet werden. Eine nur niedrige Berechnung des Wertes dieser Kohle, anstatt der Verwendung, würde ein Mittel von 10 Mark pro Tonne ergeben, was wiederum als den zurzeit jährlich für Dampferzeugung aufgewendeten Betrag die Summe von 4250 Millionen Mark ausmacht.

Hieraus ist ersichtlich, einen welch bedeutenden Betrag nur wenige Prozent Ersparnis in der Welt ausmachen würden.

Man hat gefunden, daß von der gegenwärtig in der Welt in Gebrauch befindlichen Dampfkraft 80 Prozent allein in den letzten 25 Jahren hinzugekommen sind, so daß diese Zahlen für die Gegenwart nicht zu hoch angenommen sind.

Während nun Fabrikanten und Ingenieure der Verbesserung der Dampfmaschine große Sorgfalt widmeten und es tatsächlich erreichten, den Dampfverbrauch für eine gegebene Leistung wesentlich zu vermindern, hat man der rationellen Erzeugung des Dampfes die nötige Beachtung in gleichem Maße nicht zugewandt. Ein großer Teil der jetzt im Betriebe befindlichen Dampfkessel zeigt noch Konstruktionen, wie sie zu Anfang des vorigen Jahrhunderts üblich waren. In den letzten Jahren jedoch haben Dampfkraft-Besitzer mehr und mehr eingesehen, daß bei der Wahl eines Dampfkessels gleich wichtige Grundsätze wie bei der Beschaffung einer Dampfmaschine zu beachten sind.

Die reichen Erfahrungen, die große Anzahl geschickt durchgeführter Versuche, sowie wissenschaftliche Untersuchungen haben gelehrt, daß man die nachfolgend aufgeführten

ANFORDERUNGEN AN EINEN GUTEN DAMPFKESSEL

stellen muß:

1. Verwendung der besten gebräuchlichen Materialien, Einfachheit in der Bauarbeit, tadellose Arbeitsausführung, große Betriebsdauer und geringe Unterhaltungskosten.
2. Die Anwendung eines Schlammsammlers, der die im Wasser enthaltenen Unreinigkeiten aufnimmt und so disponiert ist, daß er der Einwirkung der Feuergase entzogen bleibt.
3. Dampf- und Wasserinhalt so bemessen, daß nachteilige Änderungen in der Dampfspannung und dem Wasserstande vermieden werden.
4. Ein genügend großer Wasserspiegel, um die Trennung des Dampfes vom Wasser ohne Aufschäumen zu gestatten.
5. Eine beständige und lebhafte Zirkulation des Wassers im Kessel, damit die Dampfentwicklung erleichtert, vorzeitiger Kesselsteinansatz vermieden und der Kessel selbst in allen Teilen auf möglichst gleicher Temperatur gehalten werde.
6. Eine Teilung des Wasserraumes in Sektionen, derart eingerichtet, daß bei einem eventuellen Schadhaftwerden einer Sektion keine allgemeine Explosion stattfinden kann und die schädlichen Wirkungen auf das Ausströmen des Inhalts beschränkt bleiben. Richtig bemessene Verbindungen zwischen den Sektionen, damit die Wasserstandslinie, die Dampfspannung und die Wasserzirkulation überall erhalten bleiben.
7. Die einzelnen Konstruktionsteile für die höchste eintretende Beanspruchung reichlich dimensioniert, damit eine ungleiche Ausdehnung die Einzelteile nicht überanstrengt. Der direkten Einwirkung der Feuergase sollen Verbindungen, wenn möglich, nicht ausgesetzt sein.



George-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein, Osnabrück, Abteilung Zeche Werne. 8 Babcock & Wilcox-Wasserrohrdampfkessel von je 375 qm Heizfläche mit Überhitzern.

richtet, daß die
ht unverbrannt

asrichtung ge-
nmene Wärme-

usführung der
araturen leicht
und Ökonomie
erden können.
entsprechend,
unökonomisch

verwenden.

IEN GEGEN

el der gewöhn-
n oft großen
durch die jähr-
die hierdurch
905 wurden in
ika 450 Explo-
313 Menschen-

r Explosionen
wundeten Per-
ammengestellte
in den beiden
orfall zweifellos

ollen Ursachen
einer Kessel-
raft vorhanden
zu begründen.
ein einfacher
sphären Über-
t enthält, um
, einen Zwei-
otivkessel mit
n 60pferdigen
sphären etwas
„Ein Kubikfuß
iem Druck von
r dieselbe zer-
eßpulver. Bei
hr eine vierzig-
rröhren-Kessel
aft ist gewöhn-
n der gewöhn-
hr dieselbe wie
Es ist jedoch
Sicherheit der
t, sondern auf
ders dadurch
rselben jeden

Bruch lokalisiert. Eine heftige Explosion kann nur durch die totale Zerstörung eines Kessels und durch das Freiwerden großer Massen von Dampf und Wasser entstehen.

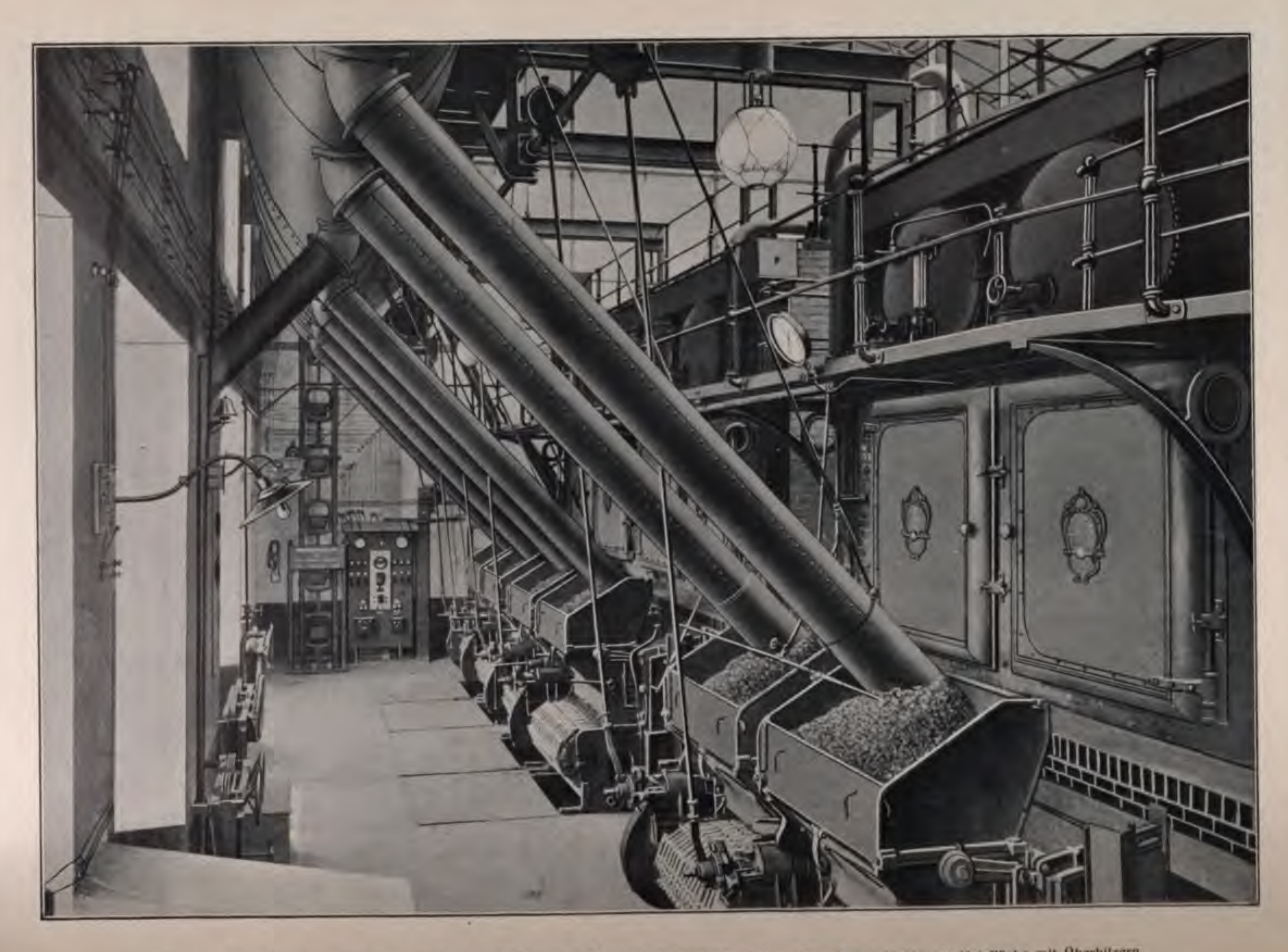
Die Hartford-Dampfkessel-Versicherungs-Gesellschaft berichtet, daß sie bis zum 1. Januar 1906 im ganzen 3 595 171 Kessel untersucht hat und dabei 2 569 127 Schäden entdeckte, wovon 272 033 gefährlich waren. Wenn man den Durchschnittskessel hiernach beurteilen soll — und wer soll dies verneinen — so ergibt sich die verblüffende Tatsache, daß von neun Kesseln im gewöhnlichen Betriebe einer sich in einem „gefährlichen Zustande“ befindet. Daß nicht mehr Explosionen vorkommen, hat man mehr dem glücklichen Zufall zu verdanken, der die hierfür maßgebenden Umstände nicht immer gleichzeitig eintreten läßt, als einer sorgfältigen Überwachung.

DIE URSACHE VON EXPLOSIONEN.

Die Erfahrungen der Dampfkessel-Versicherungsanstalten lehren, daß die Ursache der Kessel-Explosionen in einem Mangel an Widerstandsfähigkeit gegen den Dampfdruck besteht. Dieser Mangel kann aus Konstruktionsfehlern herrühren, ist aber in den meisten Fällen eine Folge der durch ungleiche Ausdehnung veranlaßten Materialschwächung, die aber auch durch Korrosionen infolge des Alters oder schlechter Einmauerung eintreten kann.

Wenn Dampfkessel richtig proportioniert und gebaut sind, werden sie, wenn neu, genügende Sicherheit gegen einen höheren als den Konzessionsdruck bieten, und die richtig angewandte Wasserdruckprobe kann Materialfehler oder Korrosion sichtbar machen, aber gegen die Gefahr der ungleichen Ausdehnungen, hervorgerufen durch die Bauart und ungleiche Erwärmung, geben gewöhnliche Kessel keine Sicherheit, eine Tatsache, welche von Ingenieuren und Kesselbesitzern nicht genügend beachtet wird.

Beim Anheizen werden manche Kessel an einzelnen Stellen sehr warm, andere Stellen bleiben völlig kalt, was zur natürlichen Folge hat, daß irgendwo im Kessel die Materialfestigkeit übermäßig beansprucht und dadurch vermindert wird. Durch diese sich häufig wiederholende übermäßige Beanspruchung wird schließlich die Widerstandsfähigkeit des Materials soweit abgeschwächt, daß ein Bruch unausbleiblich ist. Dieser Bruch wird im allgemeinen unbedeutend sein und allmählich erfolgen; er tritt zuerst in Form von kleinen Rissen auf, die sich mit der Zeit verlängern und vertiefen; oft ist er aber von vornherein so bedeutend, daß er die Ursache einer gefährlichen Explosion werden kann. An den durch die Hartford-Dampfkessel-Versicherungsgesellschaft bis 1905
Kesseln wurden 70174 Ri
in oder nahe bei der
oder beinahe die
gefährlich waren.



Laederich & Co., Akt.-Ges., Mülhausen i. Elsass. 3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 325 qm Heizfläche mit Überhitzern und mechanischen Patent-Kettenrostfeuerungen.

ı den Kesseln
ı Ausdehnung
bei allen ge-
ig oder nichts
zurufen. Eine
esseln besteht
ksamkeit der
en kann. Bei
Jasserstandes
n Flammrohr-
n Einwirkung
leicht glühend
en, daß eine

s Verbrennen
in denselben
r Kesselstein,
rückzuführen.
edoch besteht
den Kessel-
Rauchröhren-

den, um die
jenigen Kessel
es Revisions-
igerem Druck
ıeute für acht
cht acht Tage
odieren, wenn
ht worden ist.
entstandenen
orrosion noch
e ein solches
beachtet, daß
lehnung beim
verständlich,
iß oder eine
glücks bildet,
ıck und bald
Daher explo-
bald nachher,
auch sogar

ONEN.

große Anzahl
den meisten
sicher genannt
he sie gleich-
ıten. Unglück-
ıen schon der
en Beweis für
bringen; die
eineswegs die
mpferzeugers
.

Der erste Faktor der Sicherheit ist reichliche Widerstandsfähigkeit. Diese kann man am besten, bei gleichzeitig geringer Wandstärke der Heizfläche, durch kleine Durchmesser der Einzelteile erreichen, doch darf hierin nicht zu weit gegangen werden, damit nicht gleichwichtige Eigenschaften, die Größe des Wasser- und Dampfraumes sowie die der Spiegelfläche, allzusehr beeinträchtigt werden.

Der zweite und wohl wichtigste Faktor der Sicherheit ist die Konstruktion des Kessels, die derart durchgeführt werden muß, daß die ursprüngliche Widerstandskraft durch schwächende Materialbeanspruchungen nicht zerstört wird. Erreicht wird dieser Zweck einerseits dadurch, daß man ungleichmäßige Ausdehnungen verhindert oder anderseits der Konstruktion eine solche Elastizität gibt, daß schwächende Beanspruchungen nicht entstehen.

Den dritten Sicherheitsfaktor bildet die Anordnung der Einzelteile, die so zu treffen ist, daß bei zu niedrigem Wasserstande und dadurch veranlaßtem Erglühen einzelner Kesselteile, durch einen Defekt derselben, ein schwerer Schaden nicht herbeigeführt werden kann.

Eine Fläche, welche durch Verankerung gehalten werden muß, dürfte in keinem Kessel gestattet werden. Es ist kaum möglich und sehr unwahrscheinlich, daß solche Anker derartig verteilt werden können, daß sie gleichmäßig beansprucht werden. Der eine, welcher am meisten beansprucht wird, gibt zuerst nach, die anderen folgen, bis schließlich eine größere Zerstörung und hierdurch eine Explosion erfolgt.

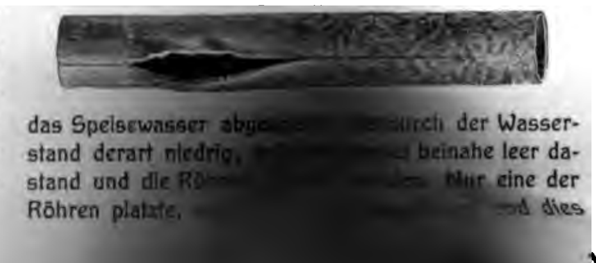
WASSERRÖHREN, EIN FAKTOR DER SICHERHEIT.

(Aus der Zeitschrift „THE MANUFACTURER AND BUILDER", Februar 1880.)

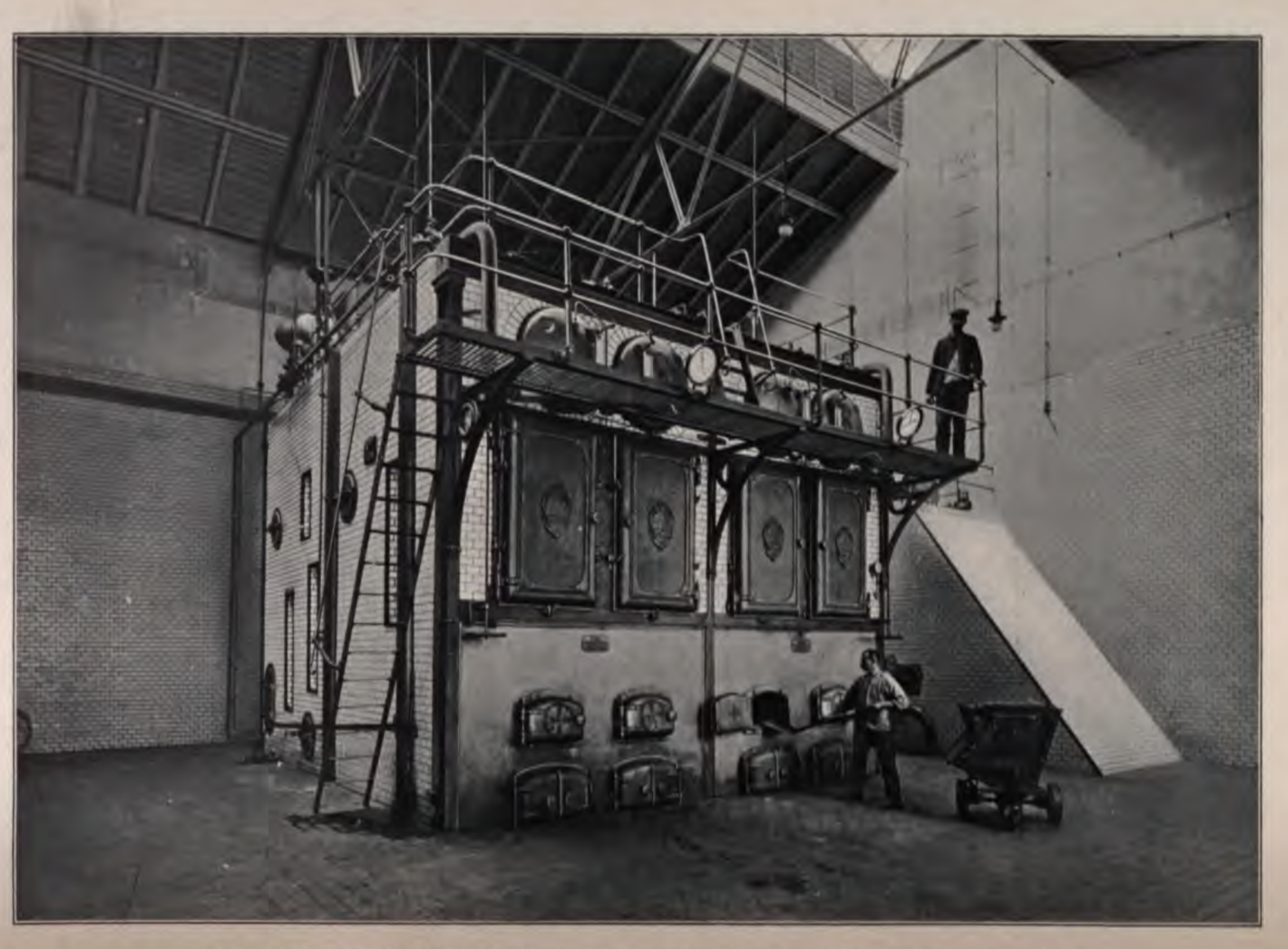
Einige Vorkommnisse der letzten Zeit beleuchten das Verhalten der Wasserröhren- und Rauchröhrenkessel und ihre relative Sicherheit gegen heftige und gefährliche Explosionen.

Das erste derselben ist ein Unglücksfall, der durch grobe Nachlässigkeit an einem Dampfkessel nach dem System Babcock & Wilcox vorkam. Die Umstände stellten hohe Ansprüche an den Kessel und die Tatsache, daß die Explosion nicht gefährlich war, spricht sehr zugunsten des Wasserrohrsystems.

Der betreffende Kessel steht in der Brooklyn-Zuckerraffinerie und hat ca. 345 qm Heizfläche; er bildet ein Element einer Batterie von 1725 qm Heizfläche. Durch ein Versehen, welches unter ähnlichen Umständen Dutzende von Menschenleben kostet, wurde



das Speisewasser abg... durch der Wasserstand derart niedrig, ... beinahe leer dastand und die Rö... Nur eine der Röhren platzte, ... und dies



J. Schwerin Söhne, Breslau. 2 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 250 qm Heizfläche mit Überhitzern.

t einem Kosten-
le. Am nächsten
Gange.
och lehrreicher,
rüfung bestehen
nis zu Elizabeth
wie der vorher
der Gefangenen
n gewöhnlichen
ungefähr einer
nem Manometer

r Beamten mit-
Ursache. Der
, keinen Dampf
denn er enthielt
der Ablaßhahn,
e, nicht wieder
f des Vorkomm-
rten des Herrn

uertüre geöffnet
n sah, hielt man
als möglich den
n schloß daher
dtische Wasser-
re Erwartungen.
gt. Auf einen
das Sicherheits-
e, und das ist
des notwendigen
ahlgußstückes".
Kessel ein Groß-
el gewesen wäre,
en jedoch, daß
nn er schreibt:
hätte man wahr-
eichenschau zu
uen."

NG DER
ESSELN.

Vorhandensein
essel denselben
Röhren können
Konstruktionen
rten oder nicht-
hleger"-Kessel,
delphia oder in
Oktober 1887 in
mit Fieldröhren
als explo
große
ausel
ird da
noch
für s

schwache Konstruktion noch mehr geschwächt wird.

Daß man einen Dampfkessel sozusagen explosionssicher bauen kann, ist eine bewiesene Tatsache und allen bekannt, welche die Maschinenbaukunst der Jetztzeit kennen. In dieser Klasse von Dampfkesseln zeichnet sich der Babcock & Wilcox-Kessel durch den langen Zeitraum seines Bestehens auf dem Markt, sowie durch die große Zahl aus, in welcher er seit vielen Jahren in allen Industriezweigen der Welt, wo Dampfkraft benötigt wird, im Betriebe ist, ohne daß ein einziger Fall einer unglücklichen Explosion vorgekommen wäre.

DER BABCOCK & WILCOX-WASSERRÖHREN-KESSEL

besitzt sämtliche Faktoren der Sicherheit und zugleich die weiteren Eigenschaften eines guten Dampfkessels, d. s. Ökonomie und Haltbarkeit im Betriebe, bequeme Zugänglichkeit etc. Da derselbe aus schmiedeeisernen Röhren besteht, mit einem Oberkessel von verhältnismäßig geringem Durchmesser, so besitzt er ein großes Übermaß von Stärke über jeden wünschenswerten Betriebsdruck. Die schnelle Wasserzirkulation bedingt eine gleichmäßige Temperatur der verschiedenen Teile, weshalb Beanspruchungen durch ungleiche Ausdehnung nicht vorkommen. Ja, selbst wenn durch außergewöhnliche Umstände ungleiche Ausdehnungen auftreten sollten, können keine schädlichen Beanspruchungen entstehen, da die Bauart des Kessels eine vollkommen elastische ist.

In dem Babcock & Wilcox-Kessel ist die Zirkulation des Wassers derart kräftig, daß, so lange der Kessel genügend Wasser enthält um die Röhren zur Hälfte zu füllen, eine rasche Strömung durch den ganzen Kessel geht. Wenn die Röhren aber schließlich beinahe leer sind, dann hört die Zirkulation auf, der Kessel würde erglühen und in seiner Festigkeit beeinträchtigt. Ist dieser Zustand aber erreicht, so enthält der Kessel eine so geringe Wassermenge, daß ein großer Schaden im Falle einer Explosion nicht mehr stattfinden kann.

Der Babcock & Wilcox-Kessel hat durch die seit mehr als 35 Jahren in immer größerem Maße zunehmende Verbreitung erwiesen, daß man bei Anwendung richtiger Grundsätze, mit Sorgfalt ausgeführter Konstruktion und Verwendung guten Materials tatsächlich einen Kessel bauen kann, welcher nicht nur dem Namen nach ein „Sicherheits-Dampfkessel" ist.

DIE THEORIE DER DAMPFERZEUGUNG.

[illegible] des Herrn GEO. H. BABCOCK,
[illegible]-Universität 1887.)

[illegible]ische Verbindung exi-
[illegible], Wasser und Dampf.
diesen Zuständen
r der Abwesenheit

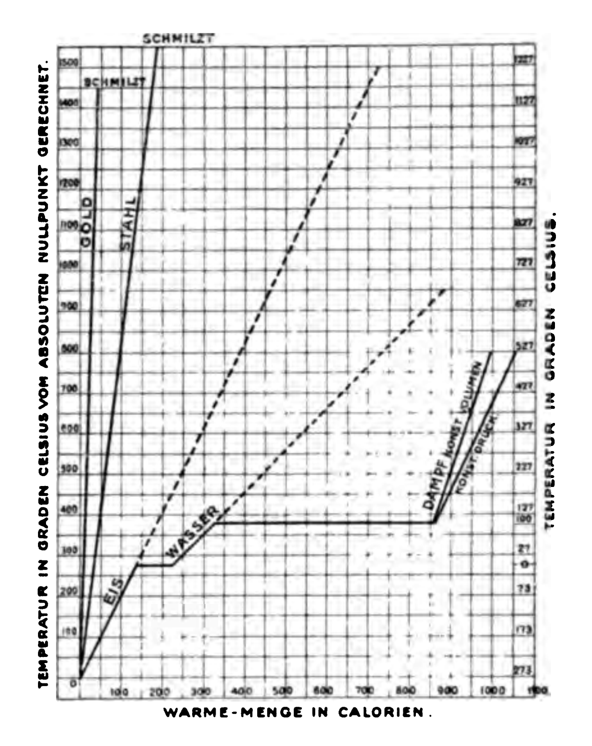
einer gewiss
Wärme und
bar macht, v
Benennung
Um H_2O
überzuführen
Wird ein ge
von — 273°
so steigt zu
0° C. Bei we
peratur-Erhö
die gesamte
Verwandlung
Erst nachder
0° C. verwand
vorausgesetz
geleitet wird,
Temperatur
Grad Celsius
Wärme erford
Eise nötig wa
Das Wass
zufuhr eine T
an, und es trit
mittels der I
Temperaturen
brochener W
nicht konstat
und die gesa
Verwandlung
Temperatur bl
Nachdem
Temperatur du
Maße, und zu
Volumen kons
bekannt, daß
bei welchem d
hört, bis jene
als „Zersetzun
also der Damp
in Wasserstoff
Die Wärme
unter atmosph
wandelt zu wer
Gold zu schme
aufgespeichert
erscheinen, we
diesem Zustand
darin besteht ha
Arbeit zu verric
Nebenstehen
Wege den Zusa
peratur die Ab
Kalorien, die Or
Celsius, vom abs
punktierten Lini
Temperatur an,
der Aggregatzus

lche sich teilweise als
lar-Bewegung bemerk-
Mangel einer besseren
ınen.
ıstand in den anderen
ıren oder zu entziehen.
s, z. B. ein Kilogramm
ı Nullpunkt), erwärmt,
ıtur des Eises bis auf
r wird nun eine Tem-
ıtet werden können, da
is geleitete Wärme zur
sser verbraucht wird.
ımenge in Wasser von
Temperatur desselben,
ier ununterbrochen zu-
g zu steigen. Um die
ıntums aber um einen
r fast doppelt so viel
ı gleichen Zwecke beim

ei fortgesetzter Wärme-
0° C. oder 373° absolut
Zustand ein, in welchem
he zur Feststellung der
stehen, trotz ununter-
e Temperatur-Erhöhung
n. Das Wasser siedet
ihrte Wärme wird zur
ampf verbraucht. Die
en Druck immer 100° C.
worden ist, steigt die
nezuführung in höherem
n der Druck oder das
erden, und es ist nicht
itischer Zustand eintritt,
rhöhung schließlich auf-
ıperatur erreicht ist, die
bekannt ist, bei welcher
ırünglichen Bestandteile,
f, zerlegt wird.
Wasser aufnimmt, um
k in 1 kg Dampf ver-
n 3 kg Stahl oder 13 kg
me ist umgewandelt und
s „fühlbare Wärme" zu
Verfahren umkehrt. In
ie „latente Wärme", und
Fähigkeit des Dampfes,

ı zeigt auf graphischem
ischen Wärme und Tem-
n die Wärmemenge in
emperaturen in Graden
nkte aus gerechnet. Die
ınd Wasser geben die
ht worden wäre, wenn
ht geändert hätte. Die

Linien, welche mit „Gold" und „Stahl" bezeichnet sind, zeigen das Verhältnis zwischen Kalorien und Temperatur bis zu den Schmelzpunkten dieser Metalle. Sämtliche schrägliegenden Linien würden Kurven sein, wenn man die wechselnde spezifische Wärme beachtet hätte, jedoch nur von unbedeutender Krümmung. Es ist beachtenswert, daß mit einer oder zwei Ausnahmen die Kurven sämtlicher Substanzen zwischen der Vertikalen und der Kurve des Wassers liegen, das heißt: Wasser hat eine größere Aufnahmefähigkeit für Wärme als sämtliche anderen Substanzen, mit Ausnahme von zweien: Wasserstoff und Brom.



Um Dampf zu erzeugen, muß also zweierlei geschehen: erstens muß die nötige Wärme erzeugt, und zweitens muß dieselbe dem Wasser zugeführt werden. Es gilt nun als Grundsatz, daß, wenn ein Körper von einer Stelle an eine andere oder aus einem Zustand in einen anderen übergeführt wird, dieselbe Arbeit verrichtet und dieselbe lebende Kraft gebraucht werden muß, ungeachtet der zwischenliegenden Stufen oder Zustände oder des dazu dienenden Apparates. Ist daher eine bestimmte Menge Wasser von einer bestimmten Temperatur in Dampf von bestimmter Temperatur verwandelt worden, so ist auch eine bestimmte Menge Arbeit verrichtet und eine bestimmte Kraft, ungeachtet der Wärmequelle und des Kesselsystems, die man dazu gebraucht hat, auf

Ein Kilogramm Kohl-
stoffes besitzt ein
eine bestimmte
ständen verda



Georg Plange, Weizenmühle, Düsseldorf.
3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 185 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.
1 " " " 300 " " " Überhitzer.

Der erste Schritt bei der Erzeugung des Dampfes ist die Verbrennung des Brennstoffes unter den günstigsten Umständen. Ein Kilogramm Kohlenstoff erzeugt bei der Verbrennung zu Kohlensäure 8080 Kalorien, und diese Ziffer bleibt konstant, ungeachtet der Temperatur oder der Zeit, während welcher die Verbrennung erfolgt.

Hieraus ist zu schließen, daß in der Art der Verbrennung, ohne die Menge der erzeugten Wärme zu beeinflussen, ein weiter Spielraum gegeben ist.

In der Praxis jedoch wird diese große Freiheit durch andere große Rücksichten begrenzt, und nur unter gewissen Voraussetzungen wird die größte Menge Wärme aus einem Kilogramm Kohle erzeugt und nutzbar gemacht. Es gibt drei Wege, und zwar nur drei, auf welchen die durch Verbrennung eines Kilogramms Kohle in dem Feuerungsraum eines Dampfkessels erzeugte Wärme verbraucht werden kann.

Erstens und hauptsächlich soll dieselbe dem Kesselwasser zugeführt und zur Dampferzeugung verwendet werden. Ein vollkommener Kessel würde die ganze Verbrennungswärme ausnützen; jedoch gibt es keine theoretisch vollkommenen Kessel.

Zweitens: Ein Teil der Verbrennungswärme wird mit den überschüssigen Feuergasen durch den Schornstein geführt. Dieser Teil steht im bestimmten Verhältnis zum Gewicht der Gase und der Differenz ihrer Temperatur zu derjenigen der Luft vor dem Eintritt in den Verbrennungsraum.

Drittens: Der Rest geht durch Strahlung verloren; die Wände der Einmauerung nehmen ihn auf und geben ihn an die kältere Umgebung des Kessels ab.

Es bleibt daher eine Hauptaufgabe des Kesselbaues, die Menge der nicht nutzbar zu machenden Wärme auf ein Minimum zu bringen.

Der Verlust durch Ausstrahlung steht im Verhältnis zur Größe der Oberfläche, ihrer Natur, Temperatur und der Zeit. Er kann fast gänzlich durch starke Mauern und eine glatte weiße oder polierte Fläche derselben vermieden werden, ist aber im allgemeinen so unbedeutend, daß diese außergewöhnlichen Maßregeln sich in der Praxis nicht rentieren. Es ist offenbar, daß die Temperatur der abgehenden Gase nicht niedriger als diejenige der absorbierenden Flächen sein kann. Wenn aber die Außenluft in die Feuerzüge eintritt und sich mit den Gasen mischt, nachdem dieselben die Heizfläche bestrichen haben, so kann die Temperatur derselben beinahe bis auf die Lufttemperatur heruntergebracht werden, woraus jedoch nicht der Schluß gezogen werden kann, daß die Menge der durch den Schornstein abziehenden Gase auf ein Minimum reduziert ist. Auf diese Weise werden manchmal diejenigen niedrigen Temperaturen im Schornstein erzeugt, welche bei oberflächlichen Beobachtern als Beweise ökonomischen Betriebes gelten. Jede Menge überflüssiger Luft, welche dem Feuer oder den Gasen zugeführt wird, bevor dieselben die Heizfläche ganz bestrichen haben, vergrößert diesen Verlust.

Angenommen, daß keine Luft, außer derjenigen, welche durch das Feuer gegangen ist, durch den Schornstein entweicht, wird der Nutzeffekt desto größer sein, je höher die Temperatur des Feuers und je niedriger die der entweichenden Gase ist; denn der Verlust durch die Schornsteingase steht in demselben Verhältnis zur Verbrennungswärme wie die Temperatur dieser Gase zur Temperatur des Feuers. Das heißt, wenn die Temperatur des Feuers 1350° C. ist und diejenige der Schornsteingase 270° C. (über der Lufttemperatur), dann ist der Verlust durch den Schornstein $\frac{1350}{270} = 20\%$. Da die Temperatur der entweichenden Gase nicht unter diejenige der aufnehmenden Fläche gebracht werden kann, welche annähernd gleichbleibend ist, muß die Temperatur des Feuers hoch sein, um einen guten Nutzeffekt zu erhalten.

Die Verluste durch Ausstrahlung stehen ungefähr im Verhältnis zum Zeitraum; je mehr Kohle man in einer gegebenen Zeit in einer Feuerung verbrennt, desto kleiner im Verhältnis wird der Verlust durch Ausstrahlung sein.

Daraus folgt, daß man die Kohle schnell und bei hoher Temperatur verbrennen muß, um den besten Nutzeffekt zu erzielen.

DIE ZIRKULATION DES WASSERS IN DAMPFKESSELN.

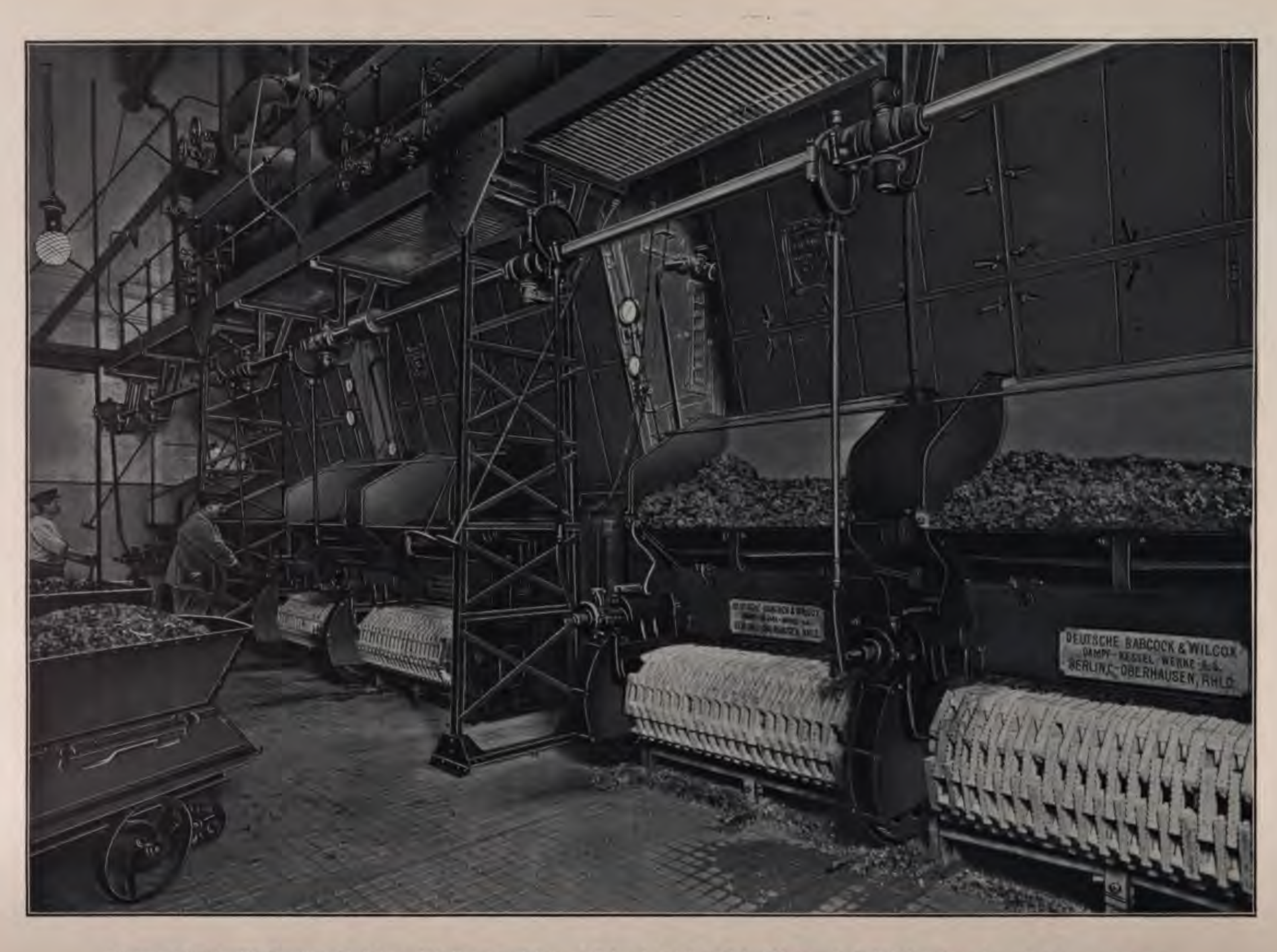
(Vortrag des Herrn GEORG H. BABCOCK an der Cornell-Universität, Februar 1890.)

Sie haben wohl alle schon einen Kessel mit kochendem Wasser auf dem Herde beobachtet und bemerkt, wie die Flüssigkeit an dem Rande heftig wallend in die Höhe steigt und nach der Mitte zurückfällt. Ähnliche Strömungen entstehen schon beim Erwärmen des Wassers; sie sind aber nicht sichtbar ohne Beimengung anderer Körper. Diese Strömungen werden durch Wirkungen der erhöhten Temperatur und anderer Eigenschaften des Wassers hervorgerufen.

1. Das Wasser dehnt sich, wie die meisten Körper, beim Erwärmen aus, vorausgesetzt, daß es sich um Temperaturen über 4° C. handelt, bei welcher Temperatur das Wasser den kleinsten Raum einnimmt.

2. Das Wasser ist kein guter Wärmeleiter, wenn man eiskaltes Wasser auf der Oberfläche kochend erhält, würde die Wärme erst in ungefähr 2 Stunden so viel nach unten gedrungen sein, um Eis 8 cm unter der Oberfläche zum Schmelzen zu bringen. Da das Wasser seine Wärme an die umgebenden Teilchen nicht abgeben kann, dehnt es sich aus, wird leichter und steigt, während kältere Teile den geräumten Platz einnehmen und auf diese Weise Strömungen in der Flüssigkeit hervorrufen.

Nachdem nun alle Teile des Wassers auf den Siedepunkt erwärmt worden sind, welcher dem auf der Oberfläche lastenden Drucke entspricht, wird durch



Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, Abt. Maschinenfabrik. 3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohr-Schiffsdampfkessel von je 268 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

jede weitere zugeführte Kalorie ein Teil des Wassers, ungefähr 1,8 Gramm, verdampft, das Volumen desselben bedeutend vermehrt, und das Gemisch von Dampf und Wasser steigt schneller und erzeugt die im Kessel bemerkten Wallungen. Solange die dem Kessel zugeführte Wärmemenge ungefähr konstant bleibt, bleiben die Erscheinungen, die wir zuerst bemerkt haben, nämlich: ein stürmisches Erheben des Wassers am Kesselrande und dessen Abfließen nach der Mitte. Wenn jedoch das Feuer stärker angefacht wird, hindern die aufwärts steigenden Strömungen die abwärts gehenden, und der Kessel kocht über. (Fig. 1.)



Fig. 1.

Wenn wir nun in den Kessel ein etwas kleineres Gefäß mit einem Loche im Boden (Fig. 2) in die richtige Entfernung von den Seitenwänden hängen, um die aufsteigenden und abwärts gehenden Strömungen zu trennen, so können wir das Feuer wesentlich forcieren, ohne daß der Kessel überkocht, und wenn wir dazu noch eine Ablenkplatte hineinsetzen, um die steigende Wassersäule nach der Mitte zu lenken, wird es beinahe unmöglich, diese Erscheinung hervorzurufen. Diese Eigentümlichkeit wurde im Jahre 1831 von Perkins gefunden und bildet die Grundlage vieler Einrichtungen, um die freie Zirkulation des Wassers in Kesseln zu fördern. Die Einrichtung besteht in einer Trennung der Strömungen, und zwar derart, daß sie sich gegenseitig nicht hindern.



Fig. 2.

Zu welchem Zweck fördert man jedoch die Zirkulation des Wassers in Dampfkesseln? Warum können wir dies nicht der Natur überlassen, wie auf dem Kochherde? Wir können dies, wenn uns an den drei wichtigsten Faktoren der Dampfkessel-Konstruktion, dem hohen Nutzeffekt, der Betriebsdauer und der Sicherheit, deren jeder mehr oder weniger von einer richtigen Zirkulation des Wassers abhängt, nichts gelegen ist. Bezüglich des Nutzeffektes haben wir in unserem Kochkessel einen Beweis erhalten. Sobald wir eine Einrichtung zur Förderung der Zirkulation machten, konnten wir das Feuer größer halten und das Wasser viel schneller als vorher verdampfen. Bei einem Dampfkessel ist es dasselbe. Wir haben auch bemerkt, daß bei der natürlichen Zirkulation der aufsteigende Dampf so viel Wasser in Gestalt des Schaumes mitriß, daß der Kessel überkochte, aber sobald die Strömungen geführt und ein ungehinderter Kreislauf hergestellt wurde, war viel mehr Dampf in einem verhältnismäßig trockenen Zustande zu erzeugen.

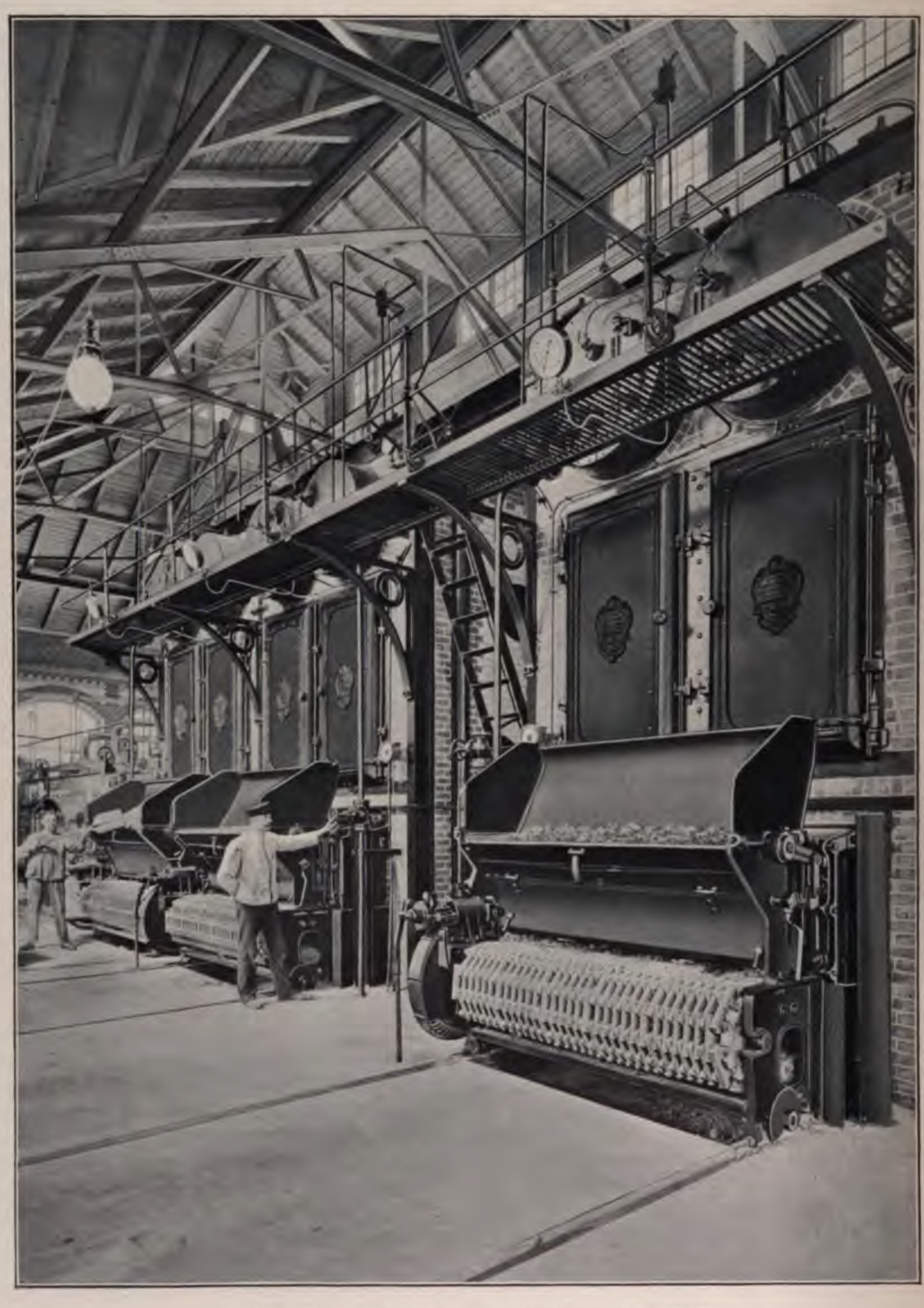
Hieraus ergibt sich, daß die Zirkulation den Nutzeffekt nach zwei Richtungen hin erhöht; sie vermehrt die Wärme-Aufnahmefähigkeit und vermindert das Aufschäumen, durch welches Wärme verloren geht.

Der Nutzeffekt der Heizfläche wird aber auch noch durch die Zirkulation des Wassers erhöht, weil sie die Bildung von Niederschlägen mehr oder weniger verhindert. Das Wasser enthält im allgemeinen Unreinigkeiten, welche während des Verdampfens ausgeschieden werden und die Kesselwandungen bedecken. Dieser Niederschlag — Kesselstein — ist oft sehr bedeutend und verhindert die Wärmeabgabe von dem Metall der Heizfläche an das Wasser fast vollständig. Man behauptet, daß ein Kesselsteinansatz von 3 mm schon genügt, den Nutzeffekt um 25% zu vermindern. Die Zirkulation des Wassers aber wird die Bildung des Kesselsteins nicht ganz verhüten, sie vermindert dieselbe jedoch bei allen und fast vollständig bei einigen Wasserarten.

Ein zweiter, durch die Zirkulation erreichter Vorteil ist die Betriebsdauer des Kessels. Die gleichmäßige Temperatur, auf welche alle Teile des Kessels durch die rege Zirkulation des Wassers erwärmt werden, verhindert ungleiche Materialbeanspruchungen und sonach vorzeitige Zerstörungen.

3. Die Sicherheit hängt von der Widerstandsfähigkeit ab; denn ein Kessel, welcher den ungleichmäßigen Ausdehnungen nicht ausgesetzt ist, braucht nicht nur weniger Reparaturen, sondern bietet auch größere Sicherheit gegen Bruch und gefährliche Explosion. Der Grund der Explosion ist in den meisten Fällen auf Materialschwächungen, hervorgerufen durch ungleichmäßige Ausdehnungen, zurückzuführen.

Nachdem wir die Vorteile der Wasserzirkulation in Dampfkesseln in Kürze betrachtet haben, wollen wir untersuchen, mit welchen Mitteln und unter welchen günstigen Bedingungen sie gesichert werden kann. Wir haben in unserm Kochkessel gesehen, daß es darauf ankommt, die Strömungen vor gegenseitiger Behinderung zu schützen. Wenn wir in einen gewöhnlichen Rauchrohrkessel hineinsehen könnten, würden wir eine fortwährende Bekämpfung der Strömungen untereinander und einen beständigen Wechsel der Stromrichtungen beobachten, je nachdem die eine oder die andere Kraft momentan überwiegt. Die aufsteigenden Hauptströmungen würden an den beiden Enden gefunden werden, die eine über dem Feuer und die andere über den ersten Längen der Röhren. Zwischen diesen kämpfen die niedergehenden gegen die aufsteigenden Strömungen des Dampfes und des Wassers. Bei einer plötzlichen Dampfentnahme oder beim Heben des Sicherheitsventils, wodurch der Druck



Landes-Versicherungs-Anstalt Berlin. Lungenheilstätte Beelitz-Mark.
3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 200 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

etwas vermindert wird, sprüht das Wasser überall auf der Oberfläche empor, indem es durch die plötzliche Dampfentwicklung gehoben wird. Sie haben die Wirkung dieser plötzlichen Dampfentwicklung wohl schon gesehen in dem bekannten Versuch mit einer Kochflasche, auf welche kaltes Wasser gegossen wird, während sich im Innern Wasser unter Druck befindet. Sie haben auch die geiserartige Wirkung gesehen, wenn Wasser in einem senkrecht über eine Lampe gehaltenen Probiergläschen gekocht wird. (Fig. 3.)

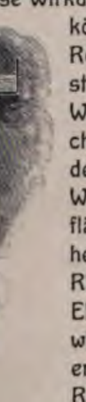


Fig. 3.

Wenn wir nun an einen Schenkel einer U-förmig gebogenen Röhre, die an einem mit Wasser gefüllten Gefäße hängt (Fig. 4), die Lampe halten, so wird sofort eine Wasserzirkulation hergestellt und keine solch stoßweise Wirkung hervorgerufen werden können. Diese U-förmige Röhre repräsentiert das Konstruktions-Prinzip für einen Wasserrohrkessel, in welchem eine rege Zirkulation des Wassers stattfinden soll. Wir können, um mehr Heizfläche zu erlangen, den geheizten Schenkel in der Richtung einer schiefen Ebene verlängern, wodurch wir den bekannten Dampferzeuger mit schrägliegender Röhre erhalten. Durch Hinzufügung von Röhren können wir die Heizfläche des weiteren vergrößern, während die Wirkung diejenige der U-förmigen Röhre bleibt (Fig. 6). In einer solchen Bauart ist die Zirkulation eine Funktion des Unterschiedes zwischen der Schwere der beiden Wassersäulen. Die Geschwindigkeit wird durch die bekannte Formel von Toricelli gemessen, $V = \sqrt{2gh}$, worin $g = 9{,}81$ und h eine Funktion der leichteren Wassersäule ist. Diese Geschwindigkeit wächst, bis die aufsteigende Säule nur aus Dampf besteht, aber das Gewicht

Fig. 4.



Fig. 5.

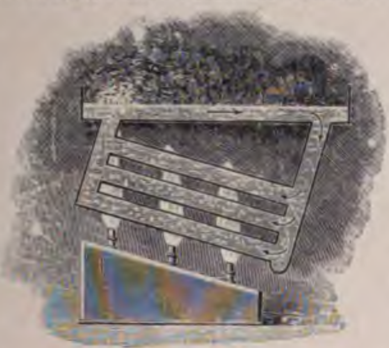


Fig. 6.

des zirkulierenden Wassers erreicht ein Maximum, sobald die Schwere der aufsteigenden Säule von Wasser und Dampf die Hälfte der Schwere des Wassers in der abwärts gehenden Säule erreicht hat. Dieser Punkt stimmt ziemlich mit dem Zustande von halb Dampf, halb Wasser überein, da der Dampf sehr leicht ist im Vergleich zum Wasser.

Nach dieser Regel ist es leicht, die Zirkulation in jedem Kessel ähnlicher Bauart zu bestimmen, vorausgesetzt, daß die Bauart eine freie Wasserzirkulation gestattet. Natürlich bedingt jede Änderung der Richtung und das Zustandebringen der Geschwindigkeit etwas Verlust; wenn der Kessel aber sachgemäß konstruiert ist und die richtigen Verhältnisse hat, so sind diese Widerstände nur gering.

Nehmen wir z. B. einen der 240-pferdigen Babcock & Wilcox-Kessel hier in der Universität. Der Höhenunterschied zwischen den Wassersäulen ist ungefähr 1,370 m von der Oberfläche des Wassers bis Mitte der unteren Röhrenreihe, und der Druck wird während der stärksten Zirkulation einer Wassersäule von dieser Höhe entsprechen. Wir hätten daher eine Geschwindigkeit von $\sqrt{2 \times 9{,}81 \times 1{,}37} = 5{,}18$ m pro Sekunde. In diesem Kessel sind vierzehn Sektionen, wovon jede durch eine 4″ Röhre mit dem Oberkessel verbunden ist. Der lichte Querschnitt einer Röhre ist 70 qcm, für 14 zusammen 980 qcm. Diese Zahl, multipliziert mit der Geschwindigkeit 5,18 m, ergibt 0,507 cbm Dampf- und Wassergemisch pro Sekunde, wovon die Hälfte oder 0,253 cbm Dampf ist. Nehmen wir an, daß dieser Dampf zehn Atmosphären Überdruck hat, so wird der Kubikmeter 5,256 kg wiegen und 1,33 kg pro Sekunde oder 4788 kg pro Stunde erzeugt werden. Wenn wir dieses durch 15, die Anzahl Kilogramm, welche eine Pferdekraft repräsentiert, dividieren, so erhalten wir 319 Pferdekräfte oder $33^0/_0$ mehr als die nominelle Pferdekraft des Kessels. Das Wasser wiegt bei der Temperatur von Dampf mit zehn Atmosphären Überdruck ca. 970 kg pro Kubikmeter, der Dampf 5,253 kg, so daß der Dampf nur den 184. Gewichtsteil der Mischung bildet und demnach jedes Wasserteilchen, bevor es verdampft wird, so lange der Kessel mit dieser Leistung arbeitet und das Maximal-Wasserquantum durch die Röhren zirkuliert, den Umlauf 184 mal machen muß.

Offenbar würde bei der größtmöglichen Geschwindigkeit der Dampferzeugung nur Dampf den Röhren entströmen und daher keine Wasserzirkulation mehr stattfinden. Wir wollen untersuchen, bei welcher Geschwindigkeit der Dampferzeugung dies in dem obenerwähnten Kessel vorkommen würde. Wir werden auf der einen Seite eine Dampfsäule von ca. 1,220 m Höhe haben und auf der anderen eine Wassersäule derselben Höhe. Nehmen wir, wie vorhin, den Dampf zu zehn Atmosphären und das Wasser mit entsprechender Temperatur, so haben wir eine gleichwertige Dampfsäule von $1{,}22 \times 184 = 224$ m und eine Geschwindigkeit von 66,2 m pro Sekunde. Dies, multipliziert mit

0,098 qm Quers
kunden, ergibt
38mal die nomin
ist natürlich un
nehmen darf,
Punkte forciert
zirkulation aufh
daß, wenn der
Kraft forciert
erreichbar ist,
Oberkessel geli
und daß das W
110 Umläufe ma
bei einem Viert
des Kessels ein
bestehen wird,
während seiner
ersehen Sie, daß
menen Verhältni
unter allen in de
vorgesehen ist.
muß man sich d
Oberkessel an d
zu nehmen; denn
abwärts gerichtet
wird die ganze
aufsteigende Strön
mehrte Wirkung
lation in den Röh
hindert. (Fig. 7.) D
man sich leicht
wenn man beden
wenn die Verbind
groß genommen
ganze statische Dr
die Zirkulation in de
hervorruft, nur d
Neigung der Röh
Nachteil wird nur
aufsteigende Verbi
durch die aufstei
Dampf und Wasse
auch notwendig, d
ist und nicht aus
engungen besteht.
bekanntes Kessels
unter einem ander

Dasselbe beste
paarweise in Köpfe
einander durch Krü
und Krümmer bild
Verbindung, durch
Kessel gelangen m
daß die aufsteigend
in dem Krümmer d
nebenliegenden Röh
Heraus folgt: W
sind, wird die

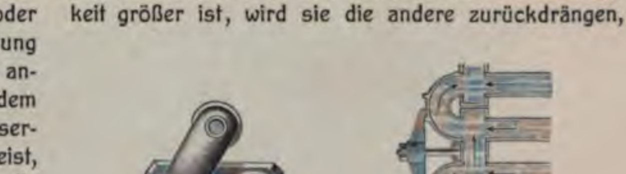
ınd 3600 Se-
Stunde, oder
Diese Leistung
bestimmt an-
t bis zu dem
rliche Wasser-
nnung beweist,
elte nominelle
Praxis kaum
ler nach dem
mpf bestehen
Verdampfung
erechnen, daß
tungsfähigkeit
s aus Dampf
870 Umläufe
ürde. Daraus
ssel angenom-
ie Zirkulation
Bedingungen
er Art Kessel
dung mit dem
öhren zu groß
genug ist, um
gestatten, so



. 7.

wird. Dieser
daß man die
, daß dieselbe
Mischung von
t wird. Es ist
fast geradlinig
gen und Ver-
in in Europa
Amerika auch
ird.
n Röhren, die
welche unter-
. Diese Köpfe
aufsteigende
ch dem Ober-
ersehen Sie,
f und Wasser
in der
ößt.

Zirkulation aufhören, oder wenn die eine Geschwindigkeit größer ist, wird sie die andere zurückdrängen,



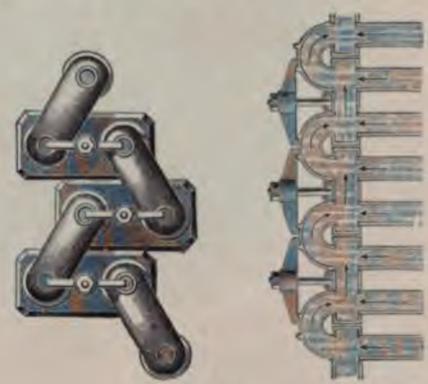


Fig. 8.

im Verhältnis zu dem Unterschied der Intensität, und schließlich dasselbe Resultat hervorbringen.

Von einem bekannten Kesselsystem, jetzt veraltet und nur an wenigen Stellen im Betriebe, behauptet der Erfinder, daß die Krümmer und kleinen Öffnungen in den Köpfen zum Zwecke der Ermäßigung der Zirkulation da wären, und diesen Zweck haben sie zweifellos erfüllt! Trotzdem waren sie in dieser Beziehung nicht ebenso wirksam, als die in Fig. 8 abgebildete Einrichtung.

Eine andere Kesselkonstruktion, zuerst von Clarke oder Crawford erfunden und jüngst wieder eingeführt, besitzt Rohrköpfe mit einer Anzahl eingewalzter Röhren, gewöhnlich zwei bis vier Stück; diese Köpfe sind durch Nippels miteinander verbunden. (Fig. 9.) Es ist eine bekannte Tatsache, daß, wenn eine Flüssigkeit durch eine Leitung fließt, welche sich erweitert und zusammenzieht, die Geschwindigkeit bei jeder Erweiterung vermindert wird und bei jeder Verengung mit einem entsprechenden Druckverlust vergrößert werden muß. Dies geschieht in der in Fig. 9 abgebildeten Konstruktion. Die Erweiterungen und Verengungen heben den vertikalen hydrostatischen Druck fast vollständig auf und mit diesem auch die Zirkulation des Wassers.



Fig. 9.

Eine horizontale Röhre, an einem Ende geschlossen, wie in Fig. 10, kann keine richtige Zirkulation hervorrufen. Bei mäßiger Anstrengung kann das Wasser sich genügend gegen den ausströmenden Dampf Bahn brechen, um die Wandungen bedeckt zu halten, aber, wenn nur etwas forciert, entsteht eine ähnliche



Zentrale der Wiener Elektrizitätswerke. 32 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel.

glas in Fig. 3. Je mehr
essel sind, desto öfter
g.

Der Versuch mit unserem Kochkessel, Fig. 2, gibt uns einen Anhaltspunkt, wie man die Zirkulation in gewöhnlichen Walzenkesseln am besten vermehren kann.

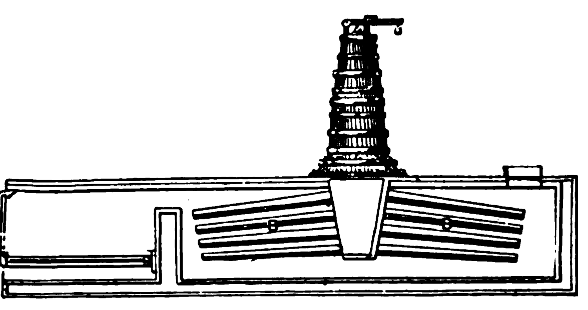
Steenstrup- oder Martin- und Galloway-Röhren vermehren in solchen Kesseln die Zirkulation; es ist aber fast unmöglich, in
lche Mittel eine Wasser-
:henen Richtung hervor-
en richtig konstruierten
nnet. Wie ich bereits
bei der Dampfkessel-
um Hervorbringen einer
, zuweilen zum Nachteil
dem Resultat, daß das
:benssgefahr schwebte.
ekannten Fälle der Mon-
s, wo etwa 300 000 Dollars
vurden, die mit einiger
jewesen wären; die Ge-
und das Geld, welches
ist unberechenbar und
lcher Nachlässigkeit in
e von Kesseln, wo die
r Zirkulation gar nicht

HES ÜBER
:NKESSEL.

BABCOCK während der
Herrn STERLING über
el" in den „Trans. Am.
rs" Vol. VI, Seite 601.)

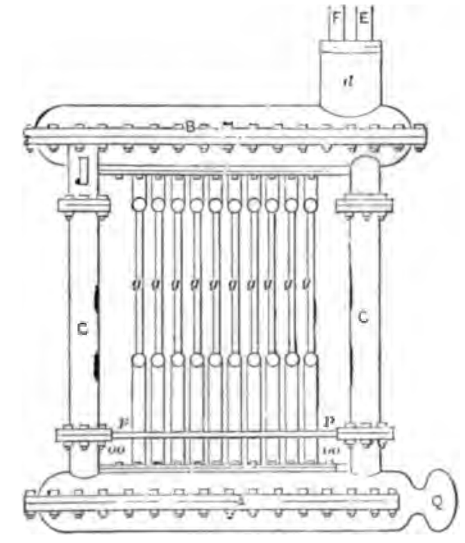
:ht neu, — ihre Vorteile
fmaschinenbaues durch
gt worden.
sel wurde durch einen
Blackley, im Jahr 1766
m bestand aus mehreren,
:tzten Winkeln angeord-
n nächstliegenden Enden
bunden waren. James
zuerst mit Erfolg zur
ahre 1788 verschiedene
ntieren. Unter diesen
nit ebenwandiger Feuerbüchse, in welcher Rohre, den Wasserraum verbindend, kreuzweise horizontal angeordnet waren. In einer anderen Konstruktion verwandte Rumsay ein spiralförmiges Rohr, das in einer zylindrischen Feuerbüchse mit dem sie umgebenden ringförmigen Wasserraum in Verbindung stand; auch einen sogenannten vertikalen Röhrenkessel, ähnlich den heute noch gebauten, hatte er sich patentieren lassen.

Der Amerikaner John Cox Stevens verwandte im Jahre 1805 zum ersten Male einen Wasserrohrkessel für ein Dampfboot auf dem Hudsonflusse, erreichte aber keinen Erfolg damit, weil dem Kessel die Grundbedingungen der Lebensfähigkeit noch fehlten.



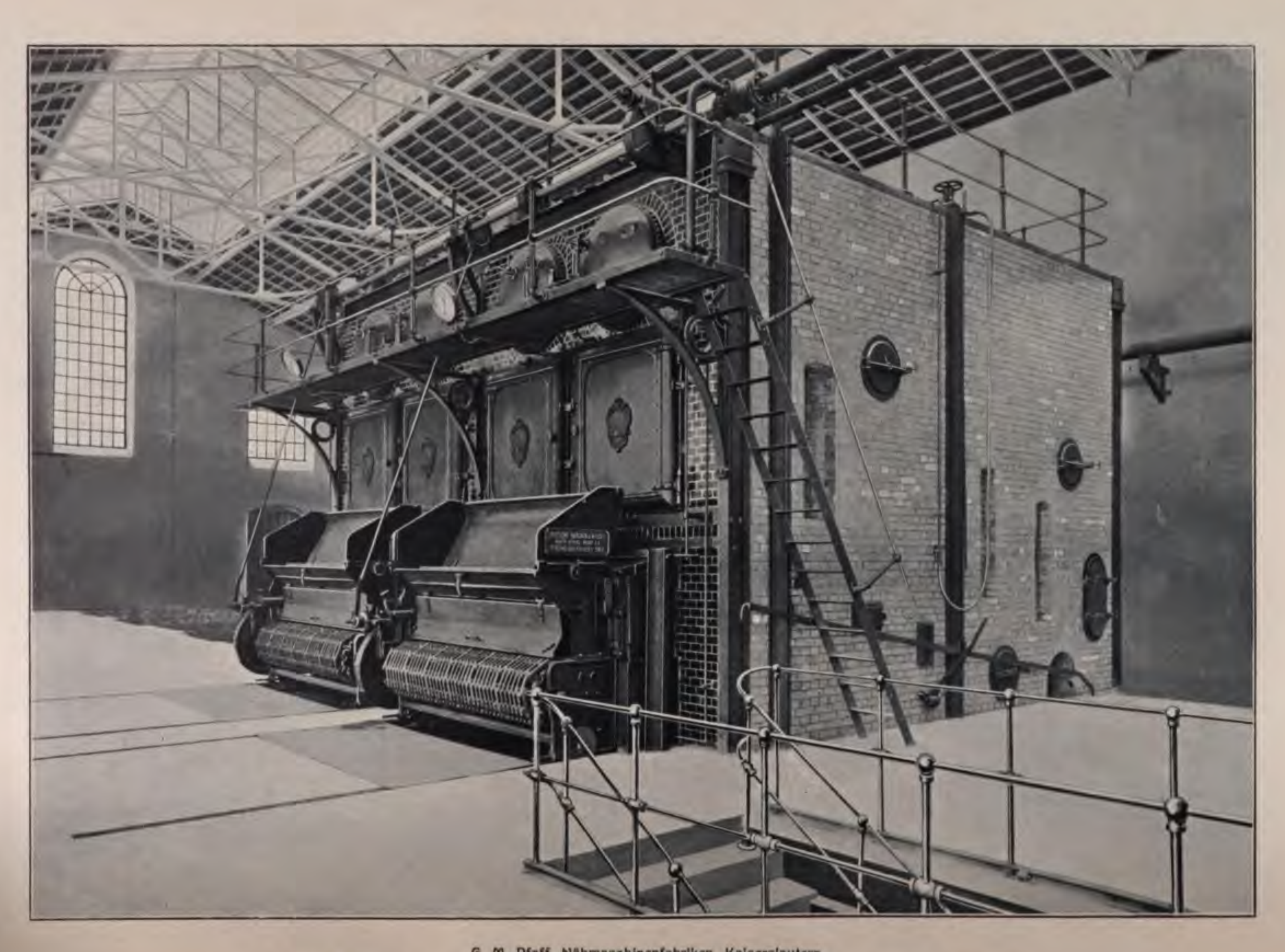
Stevens 1805.

Um dieselbe Zeit erbaute Woolf, der Erfinder der Compound-Maschine, einen Kessel aus horizontalen, kreuzweise in den Feuerraum gelegten Rohren, die an ihren Enden mit einem oberhalb angeordneten Sammler verbunden waren.



Joseph Ewe, 1825.

Den ersten gegliederten Wasserrohrkessel baute Julius Griffith im Jahre 1821; er verband in seiner Konstruktion horizontale Wasserrohre mit seitlich liegenden vertikalen, und jene wiederum durch horizontale Sammelrohre mit einem Dampfsammler.



G. M. Pfaff, Nähmaschinenfabriken, Kaiserslautern.
2 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 300 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

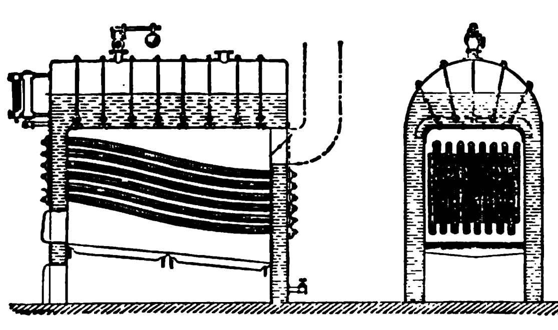
Josef Eve baute im Jahre 1825 den ersten gegliederten Wasserrohrkessel mit gut ausgebildeter Wasserzirkulation, dessen allgemeine Anordnung aus nebenstehenden Abbildungen ersichtlich sein dürfte.

In demselben Jahre erfand John M'Curdy in Newyork seinen „Doppeldampferzeuger aus schmiede- oder gußeisernen Rohren", die in mehreren horizontalen Reihen angeordnet und untereinander an den Enden abwechselnd durch gebogene Rohrstücke verbunden waren.

Den ersten Kessel mit vertikalen Wasserrohren in großen Feuerrohren, ähnlich den heutigen Galloway-Kesseln, führte Paul Steenstrup im Jahre 1826 aus. Feuerrohre in Wasserrohren hatte zuerst ein durch Summers und Ogle im Jahre 1830 zur Ausführung gebrachter Kessel.

Stephen Wilcox war der erste, welcher geneigte Wasserrohre, die mit ihren Enden das Kesselinnere verbanden, und Twibill derjenige, der geneigte Wasserrohre in gegliederter Anordnung für Kesselkonstruktionen zuerst zur Anwendung brachte, Wilcox führte einen solchen Kessel im Jahre 1856, Twibill im Jahre 1865 aus; die allgemeine Anordnung des ersteren ist aus nachstehender Abbildung ersichtlich.

Mit der Konstruktion der Wasserrohrkessel beschäftigten sich noch Clarke, Perkins, Moore, Alban Craddock und viele andere, ohne jedoch praktische



Wilcox, 1856.

Erfolge mit denselben erreicht zu haben. Oft wird die Frage aufgeworfen, warum nicht mehr Wasserröhrenkessel verwandt werden im Vergleich zu den Großwasserraumkesseln. Der Bau der ersteren erfordert eben bedeutende Erfahrungen, wenn mit ihnen ein Erfolg erzielt werden soll, wogegen der einfache Zylinder- ist.

Die große Anzahl fehlgeschlagener Versuche, brauchbare Wasserröhrenkessel zu bauen, gibt den Beweis für die Richtigkeit der aufgestellten Behauptung.

Der Babcock & Wilcox-Wasserröhren-Kessel ist aus dem Kessel des Stephen Wilcox (1856) hervorgegangen, so daß man sein Entstehen von jenem Jahre her datieren kann, obgleich das erste gemeinschaftliche Patent elf Jahre später genommen wurde. Dr. Alban hat als Grundsatz aufgestellt: „Jeder Kessel sollte derart konstruiert sein, daß seine Explosion nicht gefährlich werden kann" — und Harrison hat solche Kessel, aus gusseisernen Kugeln bestehend, eingeführt, aber der Babcock & Wilcox-Kessel vom Jahre 1867 war der erste, welcher die Konstruktion in Sektionen mit einer freien Zirkulation des Wassers in einem kontinuierlichen Umlauf verband. Diese Konstruktion, weltbekannt als das Babcock & Wilcox-System, wird jetzt allgemein als das Beste in bezug auf Sicherheit, Ökonomie und Betriebsdauer anerkannt.

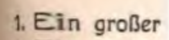
DIE DAMPFKESSEL DES 20. JAHRHUNDERTS.

Abgesehen von vielen Neukonstruktionen in Röhrenkesseln, die durch den fortgesetzten Erfolg der verbreiteteren Wasserrohrkessel entstanden sind, haben die andauernd steigenden Dampfdrücke doch die allgemeine Unbrauchbarkeit der Großwasserraumkessel in der Dampferzeugung gezeigt. Das Resultat ist das Aufdenmarktbringen einer großen Anzahl Wasserrohrkessel gewesen, denen jedoch gerade diejenigen Eigenschaften fehlen, die auf Grund einer eingehenden Sachkenntnis unbedingt erforderlich sind. Es wurden auch bei den Großwasserraumkesseln Änderungen getroffen, durch welche man die ihnen anhaftenden Nachteile beseitigen zu können hoffte. Es ist jedoch nicht gelungen, die grundsätzliche Unbrauchbarkeit dieser Konstruktion zu überwinden.

Die Berichte der Patentämter aller Länder zeigen, daß man sich viel mit dem Gegenstand beschäftigt hat und beweisen das Bestreben der Konstrukteure, kleinere Änderungen alter Ausführungen als Verbesserungen hinzustellen, ohne jedoch die leitenden Motive des Dampfkesselbaues in Betracht zu ziehen.

Der Dampfkesselbau erfordert mehr gründliche Sachkenntnis, Experimente und Erfahrungen als irgend ein anderer Zweig der Mechanik, weil er nicht nur eine gründliche Kenntnis der mechanischen Konstruktion, sondern auch der Physik und Chemie erfordert.

Die Tatsache, daß ein Dampfkessel patentiert ist, beweist noch keinesfalls, daß er nicht Konstruktions-Elemente besitzt, die sich in der Praxis als unbrauchbar erweisen. Betrachten wir die Fehler der verschiedenen Dampfkesseltypen, die jetzt auf dem Markt sind, so kommen wir auf die an einen vollkommenen Dampfkessel zu stellenden Anforderungen, und zwar charakterisieren sich diese wie folgt:



1. Ein großer
2. Ein genügen
   plötzliche S
3. Eine Heizflä
   möglichst v
4. Das Fehlen
   bolzen oder
5. Sektionale K
   zu bieten.
6. Gerade Rohr
   und die m
   werden könn
7. Billige Reser
   niedrig sind.
8. Sämtliche
   Schmiedeeise
9. Genügend g
   trockenen D
   erhalten.
10. Eine kontinui
11. Eine elastisc
    den Tempera
    dehnen kann.

Von den Gro
das Wasser in e
befindet, sind die f



Fig. a.



Fig. b.

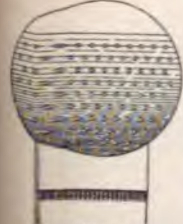


Fig. c.

die praktische Notv
volumens ist nur in c
Da, wo der Dampf für
wird, ist der Vor
Gegenteil, die Eig
erzeugung ist von

1. Ein großer Sicherheitsfaktor.
2. Ein genügend großer Wasser- und Dampfraum, um plötzliche Schwankungen im Druck zu verhindern.
3. Eine Heizfläche, so angeordnet, daß sie die Wärme möglichst vollständig aufnehmen kann.
4. Das Fehlen von mit Gewinde versehenen Stehbolzen oder sonstigen Komplikationen.
5. Sektionale Konstruktion, um genügende Sicherheit zu bieten.
6. Gerade Rohre, durch die man hindurchsehen kann und die mittelst einfachen Reinigers gereinigt werden können.
7. Billige Reserveteile, damit die Unterhaltungskosten niedrig sind.
8. Sämtliche unter Druck stehende Teile aus Schmiedeeisen.
9. Genügend große Verdampfungsoberfläche, um trockenen Dampf und ruhigen Wasserstand zu erhalten.
10. Eine kontinuierliche Zirkulation des Wassers.
11. Eine elastische Bauart, damit sich der Kessel, den Temperaturschwankungen entsprechend ausdehnen kann.

Von den Großwasserraumkesseln, bei denen sich das Wasser in einem großen walzenförmigen Gefäß befindet, sind die folgenden Typen die gebräuchlichsten:

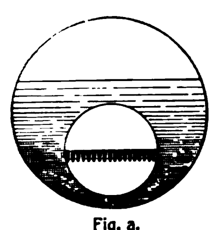


Fig. a.

Fig. b.

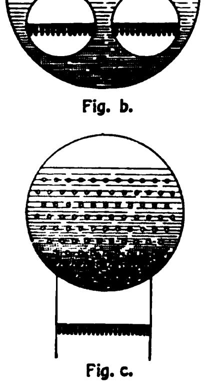


Fig. c.

a) Der Cornwall- oder Einflammrohrkessel.
b) Der Zweiflammrohrkessel.
c) Der Feuerrohrkessel mit Unterfeuerung.
d) Der Schiffskessel mit rückkehrenden Feuerrohren.
e) Der kombinierte Flammrohr-Rauchrohrkessel mit rückkehrenden Rauchrohren.
f) Der kombinierte oder Tischbeinkessel, bei dem Type b und c kombiniert sind.
g) Der Fairbairnkessel, zusammengesetzt zur Hälfte aus Type b und c.
h) Der vertikale Feuerbüchskessel, nur für Kessel kleinerer Ausführung in Anwendung.
i) Der Lokomotivkessel.
k) Der Batteriekessel.

Der hauptsächlichste Vorteil der Typen a bis g ist, daß sie eine größere Wassermenge aufnehmen können, als selbst der beste Wasserrohrkessel, allein die praktische Notwendigkeit dieses großen Wasservolumens ist nur in den allerseltensten Fällen erwiesen. Da, wo der Dampf für Dampfmaschinenzwecke gebraucht wird, ist der Vorteil vollständig illusorisch. Im Gegenteil, die Eigenschaft der schnellen Dampf- ...eit größerer Wichtigkeit, in Anbetracht des Umstandes, daß beim Arbeiten einer Maschine mit zum Kessel im Verhältnis stehender Leistung der Druck auch dann in wenigen Minuten sinken würde, wenn die Dampferzeugung nicht zu gleicher Zeit fortgesetzt wird, selbst wenn man einen Kessel der Großwasserraum-Type mit größerem Wasserraum haben würde.

Der Cornwall- oder Einflammrohrkessel, Figur a, ist eine der ältesten in Gebrauch befindlichen Typen und hat alten und ehrenvollen Ruf, solange man mit niedrigem Druck und niedrig bemessener Beanspruchung arbeitete. Für die heutigen Erfordernisse: ‚Hoher Druck‘, ‚Sicherheit‘, ‚Hoher Wirkungsgrad‘ und ‚Raumersparnis‘ kommt er nicht in Betracht.

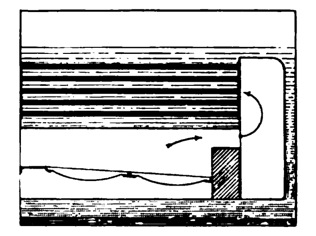


Fig. d.

Seine Nachteile in bezug auf die vorerwähnten Erfordernisse sind vollständiges Fehlen der Zirkulation, infolgedessen lange Anheizperiode. Die ungewöhnlich

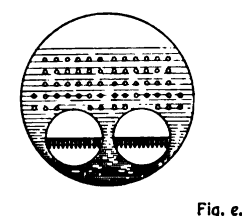


Fig. e.

große Beanspruchung der Bleche infolge der verschiedenartigen Ausdehnung, dadurch, daß Kessel und Wasserinhalt oben warm werden, während der untere Teil vollständig kalt bleibt. Bei größeren Kesseldurchmessern und hohem Druck sind sehr große Blechstärken erforderlich, und die Beanspruchung wird dadurch noch gesteigert. Der Einflammrohrkessel ist daher eine Type, die insbesondere wegen ihres großen Wasserinhaltes in einem ungeteilten Körper sehr der Explosionsgefahr unterworfen ist und hierbei sehr großen Schaden an Menschenleben und Gebäuden anrichten kann. Die Heizfläche des Flammrohrkessels ist nicht so angeordnet, daß die Heizgase in innige Berührung mit ihr kommen, infolgedessen ist die Wärmeaufnahme eine langsame und ein guter Wirkungsgrad kann nur bei mäßiger Beanspruchung erreicht werden. Kesselsteinbildungen werden sich meistens auf dem oberen Teil des Flammrohres zeigen, gerade an der Stelle, wo die größte Hitze herrscht. Reparaturen erfordern die Zuziehung geschickter Kesselschmiede.

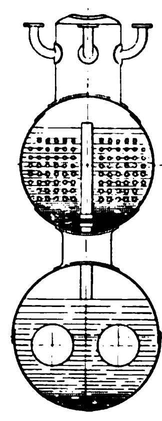
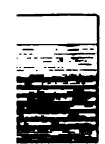


Fig. f.

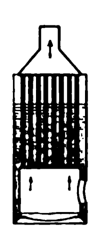


Isarwerke G. m. b. H., München. Elektrische Zentrale Höllriegelsgereut.
2 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohr-Schiffsdampfkessel von je 375 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

nflammrohr-
ınd zwar ist
n Reinigung
veifelhaft, ob
übrigen hat
gewöhnliche



:meinen hin-
mrohrkessel
:rworfen. —
Zweiflamm-
elblech her-
sdruck von



ch nicht in
ısdehnungen
:er Betriebs-
ıg von 2—3
endung von
nrohren be-
ng von mehr
äche und ei-
:absichtigten
seren Aus-
ng der Gase.
lbe Absicht
man bei
Typen c g.
in bezug auf
oße Raum-
ıtzung durch
, verursacht

ıt, so erfor-
haltung. Wie
selschmiede
ı schwächen
Jahren, und
herabgesetzt

Es ist bekannt, daß sobald man bei den Typen c—g mit höherer Beanspruchung arbeitet, die Walzstellen der Rohre lecken. Es ist dies ein treffender Beweis, daß die Ausdehnung zwischen Blech, Rohren und Flammrohren eine ungleiche ist. Infolgedessen ist das ganze System unberechenbar und einer außerordentlich großen Beanspruchung ausgesetzt, die die Dauerhaftigkeit bedeutend herabsetzt.

Bei Type d ist die am häufigsten wiederkehrende Reparatur, die im übrigen an Bord des Schiffes, falls ein solcher Kessel dort installiert ist, ausgeführt werden muß, die Auswechselung der hinteren Umkehrungskammer, die sich stark verzieht und Einbeulungen bekommt. Auch die Rohre müssen oft nachgewalzt werden. Wie zeitraubend derartige Defekte sind, wissen die Maschinenleute der Marine nur zu gut, und diese und andere Umstände haben auch dazu geführt, in den Kriegsmarinen den Wasserrohrkessel immer mehr einzubürgern.

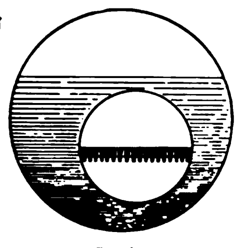


Fig. k.

In Type e, wo der vorstehend erwähnte Kessel nur unter Verwendung einer Umkehrkammer aus Mauerwerk veranschaulicht ist, sieht man schon das Bestreben, die Umkehrungskammer mit ihren vielen Stehbolzen und den hieraus resultierenden Schwierigkeiten zu vermeiden. Die allgemeinen Nachteile jedoch, die den Großwasserraumkesseln eigen sind, und die wir bereits vorerwähnt haben, besonders aber das Undichtwerden der Rohre und Verbindungen, dadurch daß diese dem Feuer direkt ausgesetzt sind, bestehen auch hier.

Bei den Typen f und g läßt sich die gleiche Kritik anwenden, wobei indessen Type f die allerschlechteste ist, denn zu den bereits erwähnten Nachteilen kommen noch die Beanspruchungen an den Verbindungsstutzen durch ungleiche Ausdehnung des Ober- und Unterkessels sowie die Notwendigkeit, zwei Wasserstände zu beachten, und daher wird auch diese Kesseltype von den meisten Ingenieuren verworfen.

Die vertikalen Feuerbüchskessel, Figur h, sind nur ein Notbehelf für kleinere Anlagen.

Infolge seiner besonderen Form ist der Lokomotivkessel, Figur i, ein Typ, der für den Zweck, für den er bestimmt ist, außerordentlich günstig ist, allein er erfordert sehr sorgfältige Behandlung, und zwar in höherem Maße als jeder andere Kessel. Er ist mancherlei Reparaturen ausgesetzt, wie dies die Berichte der verschiedenen Eisenbahnen auch wiedergeben.

Die grundsätzlichen Fehler aller vorerwähnten Kesseltypen können mit einem Schlage durch den Wasserrohrkessel überwunden werden.

Der Unterschied zwischen einem guten und einem schlechten Wasserrohrkessel liegt hauptsächlich in der mechanischen Anwendung des Wasserrohrprinzips

oder mit ande
der Kessel sel
handeln.
Zurzeit exi
Kessel m
Kessel m
Kessel m
Die Anwend
rohren ist eine
Thornycroft-Kes
Anwendungsart
des Kessels seh
verständlich wir
für ein anderes S
verwendbar ist,
man an einen
Handelsmarine
ganz bestimmte
erfüllt er auch.
Nahezu alle
Siederohren sin
Thornycroft-Kess
auf Torpedoboot
so würden man
das Licht der W
Der einzige
Siederohren, der
einigermaßen in A
wendung ist, ist
in Fig. 1 dargestell
der hauptsächlich
den Vereinigten
Staaten von No
amerika Anwendu
gefunden hat. D
Bauart weist auf d
ersten Blick gewis
Fehler auf, welc
bei der Konstrukti
eines Dampf-
erzeugers für stati
näre Zwecke ver
einfach aus einer
gebogen sind, ei
unten eine Feuer
einem gewöhnlich
reinigt werden.
biegsamen Reini
ob das betreffend
Auch kann man
konstatieren, ob
sauber sind. Di
durch eine groß
gewisser Hinsicht
Anspruch auf ein
Der in Fig. m
zahl Rohre auf,
eingezogen sind,

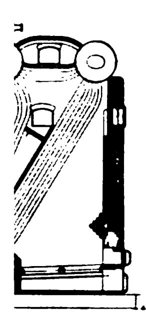
lkonstruktion
ɪenden Zeilen

errohrkessel:
ı,

ɪgenen Siede-
, die bei dem
. Bei dieser
ıß die Details
sind. Selbst-
aß der Kessel
ındenswasser
ɪerungen, die
r Kessel der
ıur für einen
lieson Zweck

lt gebogenen
Kopien des
nicht Erfolg
eugen gehabt,
ɪpen niemals

t gebogenen
ınäre Zwecke



. Er besteht
e verschieden
ufweisen und
ɪsel kann mit
ber nicht ge-
ändlich einen
stoßen, allein
ist die Frage.
Rohre nicht
en vollständig
lbehälter, die
Rohrlöcher in
n auch keinen
.
eist eine An-
ındere Rohre
ulation durch

das innere Rohr nach unten und durch das äußere Rohr nach oben stattfinden soll. Die äußeren Rohre sind hierbei alle an einem Ende geschlossen. Der offenkundige Einwand gegen diese Type ist die Unmöglichkeit des Abblasens des Kessels durch einfaches Öffnen des Abblaseventils; vielmehr ist in einem solchen Falle ein Öffnen sämtlicher hinteren Verschlüsse erforderlich. Der ringförmige Raum zwischen den beiden Rohren begünstigt ferner die Ansammlung von Schlamm, auch sind die Rohre dadurch, daß sie mit Verschraubung versehen sind und sonstige besondere Eigenheiten in ihrer Herstellung besitzen, bedeutend teurer als gerade einfache Rohre, und demzufolge sind die Unterhaltungskosten wieder größer. Diese Nachteile erklären es auch, weshalb diese Kessel keine Verwendung mehr gefunden haben.

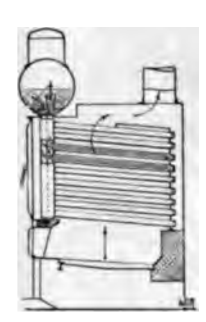


Fig. m.

Von Wasserrohrkesseln mit geraden, leicht zu reinigenden Rohren existieren zweierlei Typen, und zwar

Kessel mit sektionaler Teilung,
Kessel mit durchgehenden Wasserkammern.

Mit der letzteren Bezeichnung sind diejenigen Kessel gemeint, bei denen die Siederohre in große mit Stehbolzen versehene Wasserkammern eingewalzt sind und infolgedessen das Rohrsystem ein großes, starres Stück bildet. Siehe Figur n.

Der prinzipielle Einwand gegen diese Kesseltype ist das Vorhandensein der großen Wasserkammern, mit den an den Enden der Rohre durch Stehbolzen gehaltenen Blechen, die, wenn sie überhitzt werden, mit außerordentlich zerstörender Wirkung explodieren können. Eine große, durch Stehbolzen gehaltene Fläche ist immer großen Beanspruchungen und ungleichmäßiger Ausdehnung unterworfen und kann sich leicht verziehen; falls irgendwelche Stehbolzen lecken oder Risse bekommen, muß aber eine große Anzahl Rohre

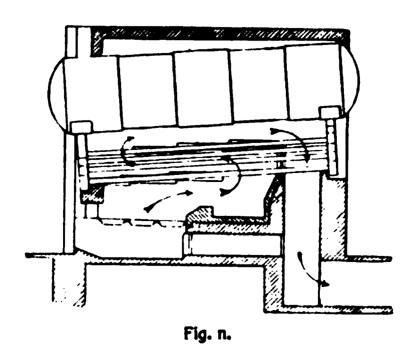


Fig. n.

herausgeschnitten werden, um den Stehbolzen an der Innenseite der Wasserkammer zugänglich zu machen. Das Anbringen und Verstemmen der Stehbolzen erfordert sehr geschickte Kesselschmiede. Die Stehbolzen können des öfteren die Ursache endloser



Elektrizitätswerke der Stadt Manchester. 24 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel mit Überhitzern und Kettenrosten.

e, die beim
Sicherheits-
ähnlich sehr
e durch eine
werfen oder

s Sektional-
el, sektional
elne vertikale
d durch ge-
mmern eine

ollkommenen
en voll und
, daß er in
von keinem
nur ungefähr

lcox-Kessels
ag, und der
lten Dampf-

vendung auf
e der ver-
mehr als
Meeren, die

: WILCOX-

ik verfehlter
les Erfolges.
nstruktionen,
len, plötzlich
ne, die sich
rten, wieder
lers der Fall,
rsuchen und
ngen ist, ein
ife der Zeit
verspricht.
dann natur-
die mit den
en; aber es
aus irgend
vollen Nach-
mit ihnen
nze System

sels ist dem
Grundsätzen,
praktischen
sind viele
als praktisch
se Fehlkon-
Jahren sind

über 30 Wasserröhren- oder Sektions-Kessel-Systeme auf den Markt gebracht worden, von denen einige Anerkennung und Absatz fanden, die aber dennoch fast sämtlich wieder verschwunden sind. Folgende unvollständige Liste wird einige Namen in Erinnerung bringen, die mit Kessel-Konstruktionen auftraten, doch nicht imstande waren, ihnen eine ruhmvolle Dauer zu bereiten: Dimpfel, Howard, Griffith & Wundrum, Dinsmore, Miller, Phleger, Weigand, die „Lady Verner“, Allen, Kelley, Anderson, Rogers & Black, die „Eclipse“, Moore, Baker & Smith, Renshaw, Shackleton, der „Duplex“, Pond & Bradford, Whittingham, die „Biene“, Hazleton, Reynolds, Suplee, Babbitt, Reed, Smith, „Standard“ usw.

Um nun unsere Kunden und Freunde vor Enttäuschungen und Verlusten zu schützen, geben wir nachstehend eine Beschreibung der von uns ausgeführten Versuche, die für die Entwicklung unseres jetzigen Kessels, dessen **Wert und Erfolge durch die stets wiederkehrenden Bestellungen der bedeutendsten und urteilsfähigsten Käufer bewiesen** werden, maßgebend waren.

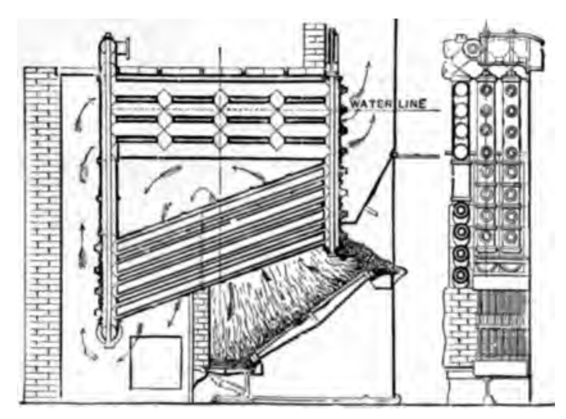


Fig. 1, 2 und 3.

Nr. 1. Der Original-Babcock & Wilcox-Kessel wurde im Jahre 1867 patentiert. Die Hauptidee war die Sicherheit, der alle anderen Rücksichten geopfert wurden, wo sie im Wege standen. Der Kessel bestand aus einem horizontalen Rohrbündel, welches als Dampfsammler diente und über einem anderen **schrägliegenden, mit Wasser gefüllten Rohrbündel lag, das an beiden Enden durch verschraubte Verbindungsstücke mit dem oberen Teil zusammenhing.** In den zuletzt erwähnten Röhren waren innere Röhren befestigt, um die Zirkulation zu erleichtern. Die Röhren waren senkrecht übereinander angeordnet, indem jede Vertikalreihe mit den Verbindungsstücken an den Enden aus einem einzigen Gußstück bestand. **An beiden Enden eines jeden Rohres befanden sich Handlöcher zur Reinigung.**

No. 2. Es stellte sich heraus, daß die inneren Röhren die Zirkulation mehr hinderten als förderten, und sie wurden deshalb weggelassen.



Zentrale der elektrischen Straßenbahn Sydney.
48 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel mit Überhitzern und Kettenrosten.

No. 1 und 2 erwiesen sich als fehlerhaft im Material und in der Konstruktion, indem das Gußeisen sich als untauglich für Heizflächen im Feuer bewies und Risse bekam, sobald sich Kesselstein ansetzte.

No. 3. **Schmiedeeiserne Röhren** ersetzten die gußeisernen; die Enden wurden blank gemacht und in die Formen gelegt und die Kopfstücke darum gegossen.

Der Dampf- und Wasserinhalt war jedoch nicht ausreichend groß, um einen regelmäßigen Betrieb aufrecht zu erhalten, da keine Reserve vorhanden war, um die unregelmäßige Speisung oder Heizung auszugleichen. Der Versuch, den nassen Dampf durch Überhitzung in dem Röhrenbündel, welches den Dampfraum bildete, zu trocknen, bewährte sich nicht; der Dampf war naß, trocken oder überhitzt, je nach der Beanspruchung des Kessels. Kesselstein setzte sich an dem niedrigsten Punkte des Kessels, am hinteren Ende an, und die der Hitze ausgesetzten Gußteile bekamen Risse.

No. 4. Das obere Röhrenbündel wurde durch einen einfachen **Zylinder** ersetzt, dessen untere Hälfte als Wasser- und obere Hälfte als Dampfraum diente. **Die**

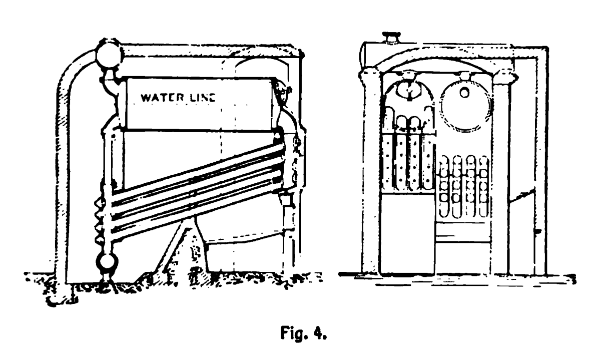


Fig. 4.

Sektionen wurden wie in No. 3 gebaut und ein Schlammsammler an dem hinteren niedrigsten Ende, am entferntesten Punkte vom Feuer, angelegt. Die Heizgase gingen seitwärts nach dem Schornstein ab, ohne den Sammler zu berühren. Trockner Dampf wurde durch die größere Entwicklungsfläche und den erweiterten Dampfraum erhalten, und der vermehrte Wasserinhalt bildete ein gutes Wärmereservoir, um die Unregelmäßigkeiten im Speisen und Heizen auszugleichen. Durch die Hinzufügung des Oberkessels büßte man etwas an Sicherheit ein; dagegen war die Konstruktion praktisch und brauchbar und enthielt sämtliche Bestandteile der Sicherheit. Die Verbindungen zwischen den gußeisernen Kopfstücken und den schmiedeeisernen Röhren bereiteten jedoch Schwierigkeiten.

No. 5. Die gußeisernen Kopfstücke wurden durch **schmiedeeiserne Wasserkammern ersetzt**; die Röhren **wurden in die inneren Bleche eingerollt. Die vordere Kammer wurde mit einem großen Deckel versehen, um Zugang zu den Röhren zu gewinnen. Die Röhren wurden versetzt, übereinander angeordnet** hiermit eine bessere Ausnützung der Heizgase als bei der Anordnung in senkrechten Reihen erreicht. In anderer Hinsicht glich dieser Kessel der No. 4, er hatte aber einen wichtigen Sicherheitsfaktor, die

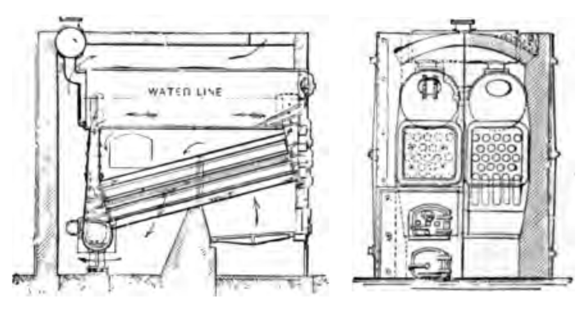


Fig. 5.

Sektionen, eingebüßt und unerwünschte Bestandteile, nämlich verankerte ebene Wände, erhalten. Die großen Deckel waren ebenfalls eine Schwäche der Konstruktion. Eine große Anlage dieser Kessel wurde der Calvert-Zucker-Raffinerie in Baltimore geliefert und leistete gute Dienste.

No. 6, in welcher **längere Röhren mit drei Zügen** verwendet wurden, um einen größeren Nutzeffekt zu erzielen, ist eine Abänderung von No. 5. Ein Teil der verankerten Flächen wurde weggelassen und die großen Türen durch Handlöcher ersetzt. **Eine**

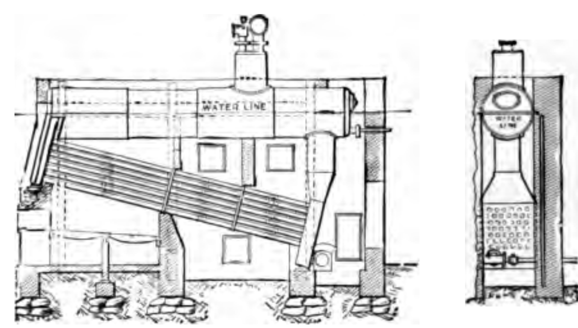


Fig. 6.

Anzahl Kessel wurde nach diesem System gebaut, aber die bedeutenden Selbstkosten, der Mangel an Elastizität in der Konstruktion unter dem Einfluß wechselnder Temperaturen, Schwierigkeiten des Transportes und die Kosten des Mauerwerks haben Veranlassung zur Aufgabe dieser Konstruktion gegeben. Noch heute bauen fast sämtliche Wasserrohr-Kesselfabriken Deutschlands ihre Kessel mit geringen Abänderungen nach diesem von uns längst aufgegebenen System.

No. 7. In dieser wurden getrennte T-Köpfe auf die Enden der schräg liegenden Röhren geschraubt, die Außenflächen abgefräst, die Röhren aufeinandergelegt. Metall auf Metall, und durch lange Bolzen die durch sämtliche Köpfe in



Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, Kabelwerke Oberspree. 3 Babcock & Wilcox-Kessel von je 200 qm Heizfläche.

jeder Sektion und durch die Verbindungskästen auf den Oberkesselböden hindurchgingen. Eine große Zahl dieser Kessel wurde in Betrieb gesetzt; einige davon blieben 16—20 Jahre im Betrieb, die meisten derselben sind jedoch nach dem späteren System umgebaut worden.

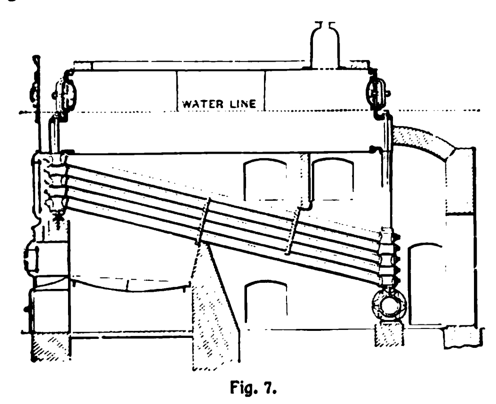


Fig. 7.

No. 8 und 9 sind die damals bekannten Griffith- und Wundrum-Kessel, welche später in dem Babcock & Wilcox-Kessel aufgingen. In diesem wurden vier zu den Röhren quer liegende Züge versucht, und das

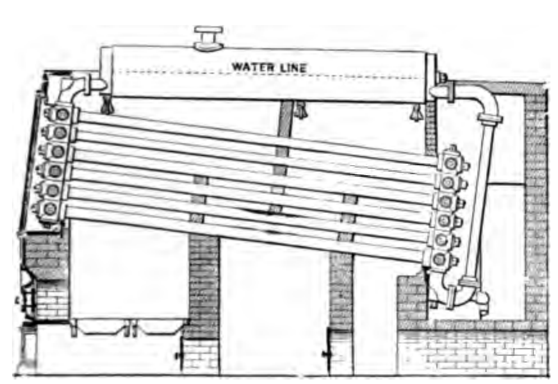


Fig. 8.

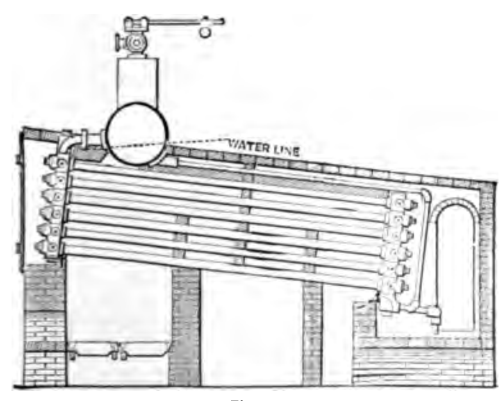


Fig. 9.

zirkulierende Wasser wurde am hinteren Ende des Kessels in die unterste Rohrreihe hineingeführt. In No. 9 versuchte man durch Verminderung des Wasser- und Dampf-Inhaltes die Sicherheit zu vergrößern und die Kosten zu ermäßigen. Es stellte sich jedoch heraus, daß der Quersammler ungenügend war, um trockenen Dampf oder regelmäßigen Betrieb zu sichern. Die Änderungen boten keine Vorteile.

No. 10 ist ein weiterer Schritt in dieser Richtung. Eine Anzahl kleiner horizontaler Sammler, 38 cm im Durchmesser, wurde an Stelle des großen Sammlers verwendet und eine Reihe Zirkulationsröhren zwischen dem Hauptrohrbündel und den horizontalen kleinen Dampfsammlern eingeschaltet, um das mitgerissene Wasser nach dem hinteren Ende des Rohrbündels zurückzuführen und so nur Dampf in die kleinen, darüberliegenden Sammler zu leiten. Das Resultat war sehr nasser Dampf und keine Verbesserung im Betriebe gegen No. 9. Die vier Feuerzüge vergrößerten in No. 8, 9 und 10 den Nutzeffekt nicht.

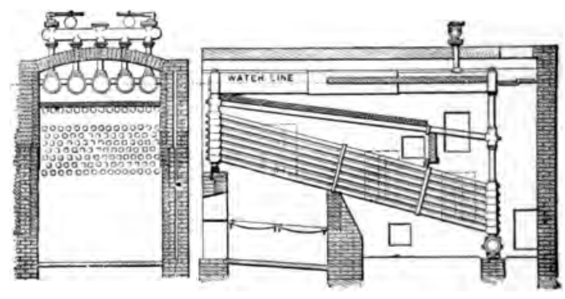


Fig. 10.

No. 11 war ein Versuch mit einem kastenförmigen Zickzack-Röhrensystem, in dem das Wasser den Feuerungsraum mehrmals durchkreuzen mußte, bevor es in den Dampfsammler gelangte. Dieser Kessel hatte nicht nur eine mangelhafte Zirkulation, sondern zeigte auch eine entschieden geiserartige Wirkung; dabei entwickelte er nassen Dampf. Alle vorgenannten Bauarten, mit Ausnahme der No. 5 und 6, hatten zwischen ihren verschiedenen Teilen eine große Anzahl

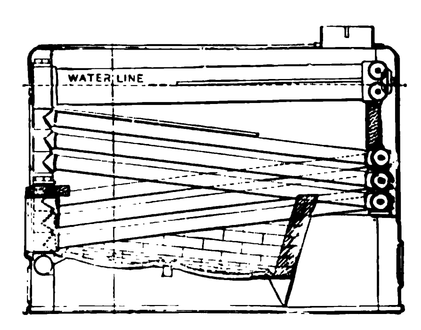


Fig. 11.

verschraubter Dichtungen, deren viele, sobald sich Kesselstein ansetzte, durch die ungleiche Ausdehnung undicht wurden; eine genügende Anzahl Kessel wurde in Betrieb gesetzt, um ihre Unzuverlässigkeit in dieser Hinsicht zu beweisen.

No. 12 ist ein Versuch, diese Schwierigkeit zu umgehen und die Heizfläche in einem gegebenen Raum zu vergrößern. Die Röhren wurden zu beiden

Seiten in schmiedeeiserne Kammern eingewalzt und mit Öffnungen für den Zutritt des Wassers und den Austritt des Dampfes versehen. In diesen Röhren wurden **Rauchröhren** angebracht, um die Heizfläche zu vergrößern. **Dieselben wurden aber aufgegeben, weil sie sich sehr bald mit Kesselstein verstopften und auch schwer zu reinigen waren.**

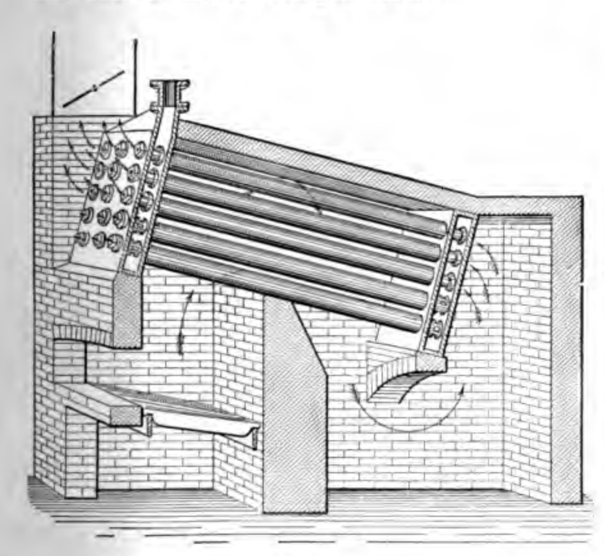


Fig. 12.

No. 13. Gußeiserne Wasserkammern in der Größe der ganzen Breite und Höhe des Röhrenbündels wurden in einem Stück angefertigt und an den Oberkessel angeschraubt.

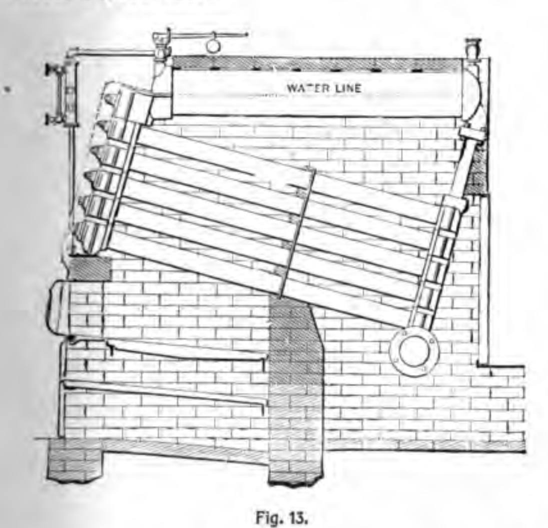


Fig. 13.

No. 14. Die gußeisernen Kammern wurden durch schmiedeeiserne ersetzt. **In diesen waren Stehbolzen erforderlich, die sich als ein wenn eben möglich zu vermeidender Bestandteil erwiesen haben.** Es war jedoch eine Verbesserung der No. 6. Eine schräge Ablenkmauer unter dem Oberkessel wurde versucht, um einen größeren Teil der Heizfläche des Oberkessels in dem ersten Zug über dem Röhrenbündel zu haben. Letzteres stellte sich als keine besondere Verbesserung heraus und war schwer in gutem Zustande zu halten.

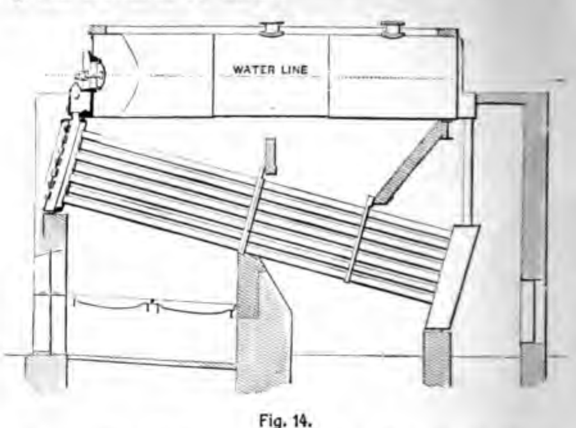


Fig. 14.

No. 15. **Jede senkrechte Reihe Siederöhren wurde an jedem Ende in ein Kopfstück** aus Wagenrädermetall **eingewalzt; die Kopfstücke hatten eine schlangenartige Form, so daß sie dicht aneinander paßten und die versetzte Anordnung der Siederöhren gestatteten. Diese Form der Kopfstücke erwies sich unter allen Umständen als die beste und ist seitdem nicht wesentlich geändert worden.** Der Oberkessel wurde von Trägern, welche auf dem Mauerwerk ruhten, getragen. Die verschraubten Verbindungen wurden weggelassen, mit Ausnahme der vorderen und hinteren Verbindungen mit dem Oberkessel und unten, hinten, mit dem Schlammsammler. Aber diese Schraubenverbindungen wurden auch unzweckmäßig befunden und in späteren Bauarten **durch kurze Rohrstücke ersetzt, die in ausgebohrte Löcher eingerollt wurden.**

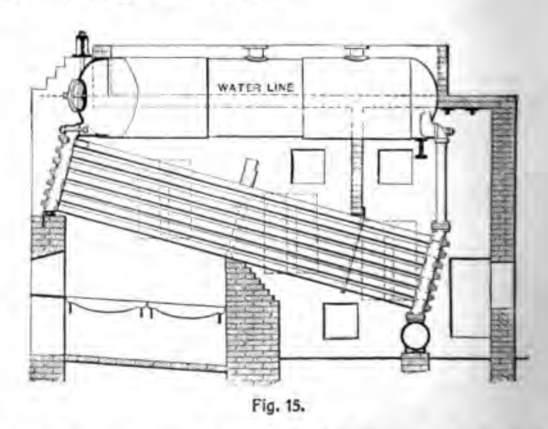


Fig. 15.

In No. 16 wurden die Kopfstücke in der Gestalt dreieckiger Kästen mit je drei Röhren gemacht. Diese wurden abwechselnd umgedreht, durch kurze eingerollte Rohrstücke miteinander verbunden und mit dem Kessel durch zu dem Mantel senkrechtstehende gebogene Röhren verbunden. Die Dichtungsstellen

zwischen den Kopfstücken bilden einen schwachen Punkt und die Verbindungen mit dem Oberkessel hatten ungenügenden Querschnitt, um eine freie Zirkulation zu gestatten.

No. 17. Diesmal wurden gerade, horizontal liegende Kopfstücke versucht, abwechselnd rechts und links verstellt, um den Röhren eine versetzte Stellung zu geben. Diese Kopfstücke wurden miteinander und

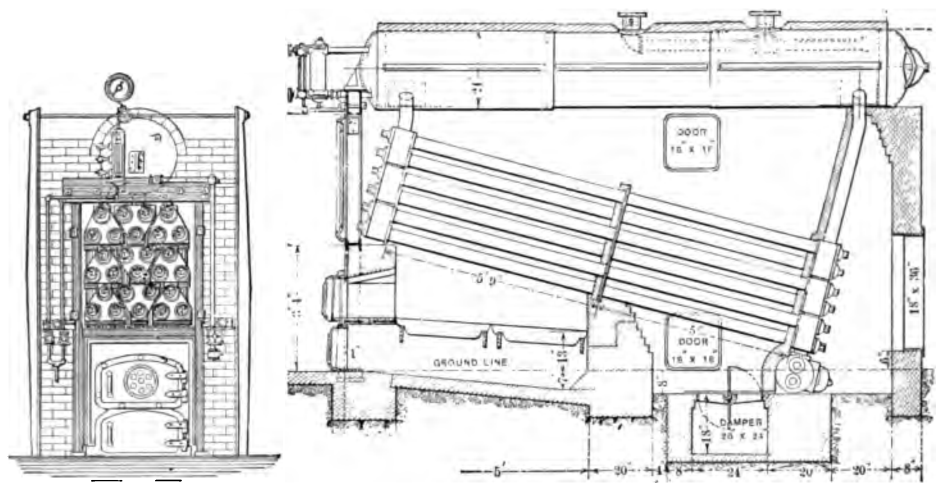
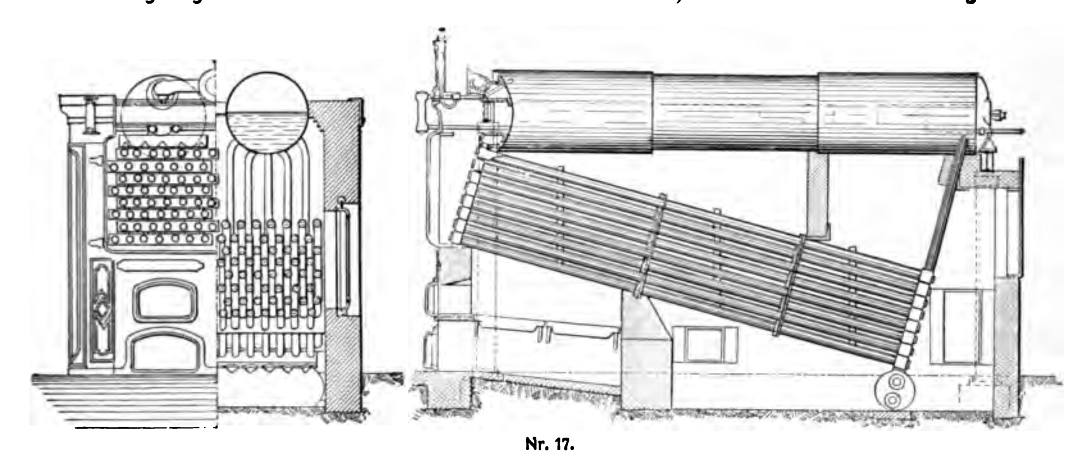


Fig. 16.

mit dem Oberkessel durch eingerollte Nippels verbunden. Diese Konstruktion wurde als zu wenig elastisch und ungenügend für die Zirkulation befunden.



Nr. 17.

Diese Versuche, wie man sie nennen kann, obgleich viele Kessel nach einigen der erwähnten Konstruktionen gebaut wurden, bewiesen, daß folgende Bestandteile für die beste Konstruktion und Leistung notwendig waren:

1. Schlangenförmige Kopfstücke für jede vertikale Röhrenreihe. 2. Eine gesonderte Verbindung mit dem Oberkessel, vorn und hinten, für jede solche Röhrenreihe. 3. Sämtliche Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen des Kessels müssen ohne Schrauben oder Gewinde gemacht werden. 4. Platten mit Stehbolzen dürfen nicht verwandt werden. 5. Der Kessel muß unabhängig vom Mauerwerk getragen werden, um sich nach jeder Richtung frei ausdehnen zu können. 6. Die Oberkessel im allgemeinen dürfen nicht weniger als 760 mm Durchmesser haben. 7. Jeder Kessel muß zum Reinigen und Ausbessern leicht zugänglich sein.

Nachdem man diese Punkte festgestellt hatte, wurde No. 18 entworfen und gleichzeitig noch andere Verbesserungen in den Einzelheiten der Konstruktion angebracht. Im allgemeinen wurde Konstruktion No. 15 beibehalten, aber **zu den Verbindungen zwischen den Sektionen, dem Oberkessel und dem Schlammsammler wurden kurze Siederohrstücke verwandt, deren Enden vermittelst einer Rohrdichtmaschine in die betreffenden Teile eingerollt wurden. Dieser Kessel wurde auch, ganz unabhängig vom Mauerwerk, an Säulen und Trägern aufgehängt, wodurch die gegenseitigen, nachteiligen Wirkungen aufgehoben wurden.**

Hunderttausende von Quadratmetern Heizfläche sind in den letzten 20 Jahren nach dieser Konstruktion gebaut worden und haben überall zur größten Zufriedenheit gearbeitet. Die meisten der in diesem

Buche erwähnten Kessel haben diese Konstruktion. Dieselbe ist jetzt noch die normale und bekannt als die gußeiserne Front-Konstruktion, weil gewöhnlich mit einer künstlerischen gußeisernen Frontplatte versehen.

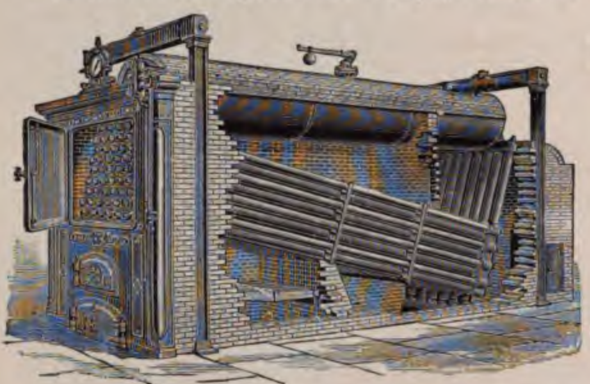


Fig. 18 a.

Neuere Untersuchungen haben festgestellt, daß die durchschnittlichen Unterhaltungskosten des Kessels selbst weniger als 25 Pfg. pro Jahr und pro Quadratmeter Heizfläche betragen.

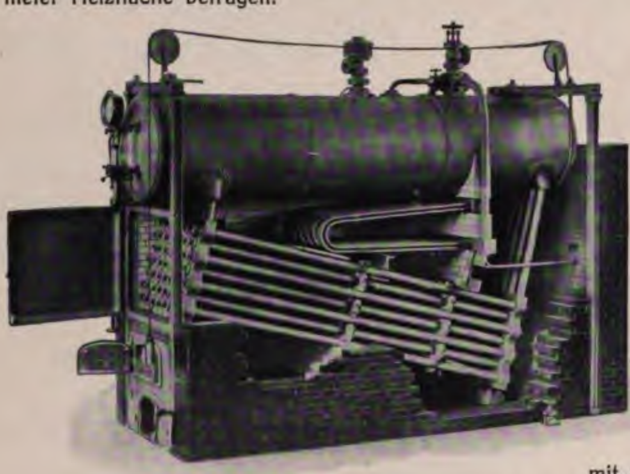


Fig. 19.

No. 19 ist diejenige Konstruktion, nach der unsere Kessel jetzt gebaut werden. Sie ist bekannt als unsere schmiedeeiserne Konstruktion, weil die Vorderseite zum großen Teile aus Schmiedeeisen besteht. In diesem Kessel werden für den Oberkessel gepreßte Böden aus Flußeisen verwandt; der Oberkessel ist länger, und die Sektionen werden mit an den Oberkessel angenieteten querliegenden Kästen verbunden. In Fällen, wo die Höhe beschränkt ist, wird der Dampf durch ein inneres Siebrohr, wie No. 20 zeigt, entnommen. In dieser Konstruktion wird der Kessel ebenfalls an Säulen und Trägern aufgehängt.

Seit Jahren werden sämtliche Teile des Kessels, die schlangenförmigen Kopfstücke, die Querkästen und die Stutzen auf dem Oberkessel in schmiedbarem Eisen hergestellt.

In Ergänzung dieses Kesseltyps waren jedoch noch weitere Änderungen und Anordnungen des Babcock & Wilcox-Kessels, welche bestimmten Zwecken zu dienen hatten, erforderlich.

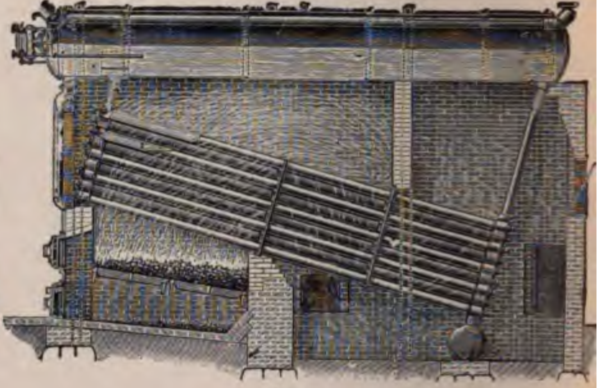


Fig. 20.

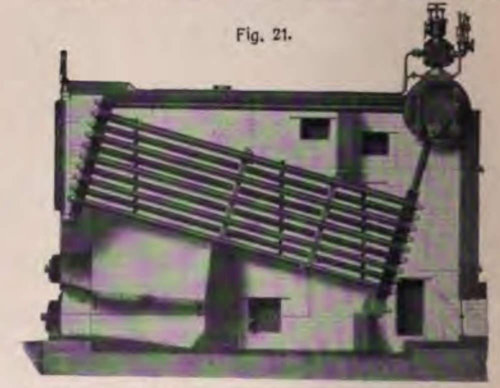
No. 21 zeigt die Konstruktion, die unter Verwendung eines horizontalen, querliegenden Oberkessels vielfach ausgeführt wurde. Diese Kesselbauart eignet sich besonders für Export und für Aufstellung in Räumen, bei denen der Zugang schwierig ist.

No. 22 gibt dieselbe Kesselkonstruktion in einer aus Eisenblechen hergestellten Ummantelung, die vorzugsweise dort verwendet wird, wo der Transport schwierig und die Beschaffung der zur Einmauerung nötigen Baumaterialien mit besonders hohen Kosten verbunden ist.

In No. 23 ist der Babcock & Wilcox-Wasserrohr-Schiffskessel dargestellt, in dem Rohre kleineren Durchmessers verwandt werden, um in einem gegebenen Raume eine möglichst große Heizfläche bei geringem Gewicht unterbringen zu können.

Dieser Kesseltyp ist bereits in einer großen Anzahl Schiffe in Betrieb; die Ummantelung des Kessels wird durch Wellblechwände, die mit schlechten Wärmeleitern bekleidet sind, gebildet.

Fig. 21.



In den drei letztgenannten Typen ist das Prinzip der Wasserzirkulation und die ausschließliche Verwendung von Schmiede- oder Flußeisen ebenfalls aufrecht erhalten.

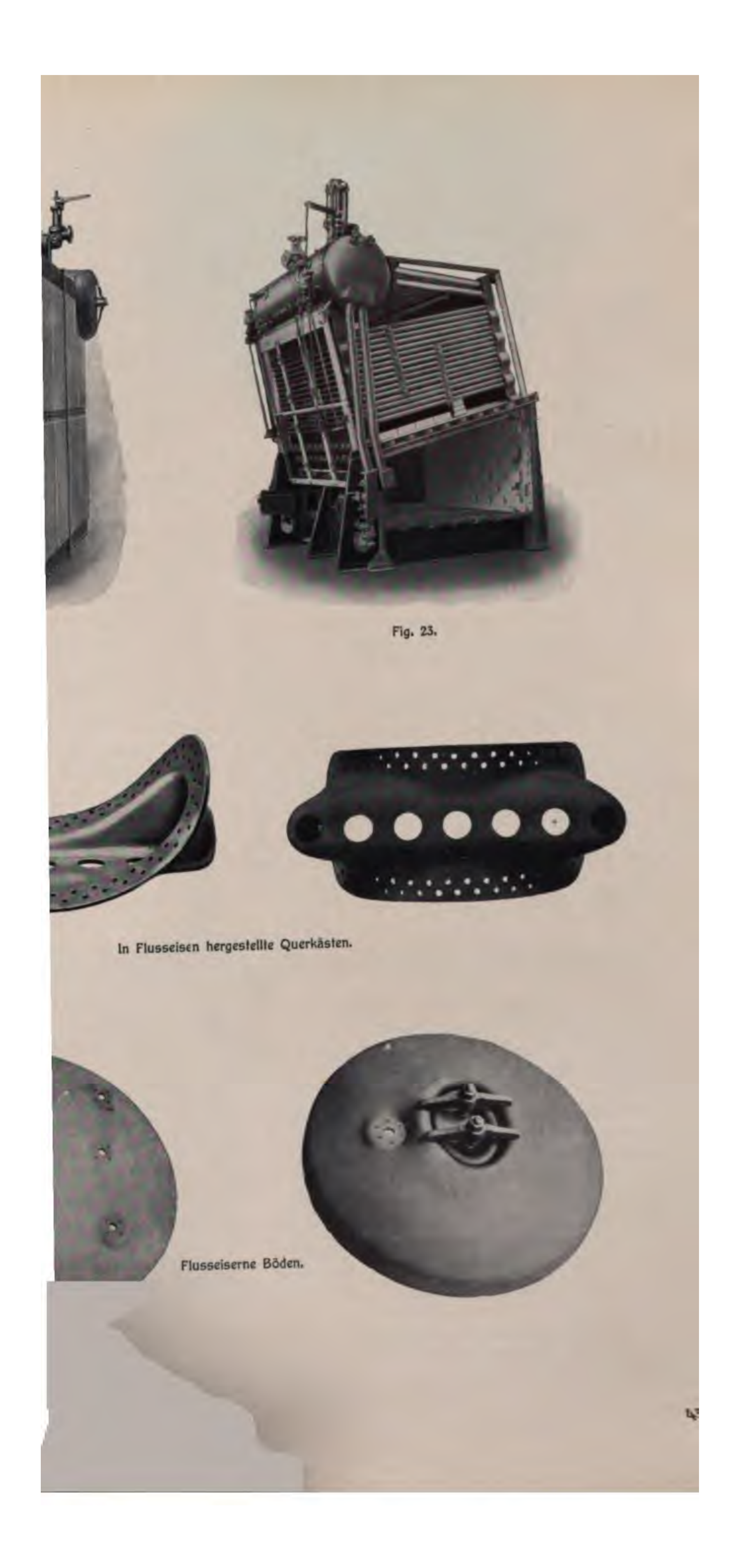
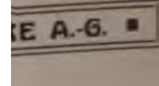


Fig. 23.

In Flusseisen hergestellte Querkästen.

Flusseiserne Böden.



-WASSERROHR

ht aus Eisenplatten, d
dessen Quernähte m
al ist prima Siemens M

ist mit jeder
einzeln durch
nden und hat
d Stutzen für

ge Konstruktion
ür jeden Raum

Wassers findet
Kessel immer in
ung statt; es ent-
trömungen. Die
s Wassers trägt
zen von Schlamm
hindern.
die Konstruktion
s Kessels können
ben ungehindert
daher auch nie
att.



Alle Verbindun
dem Feuer entzog
samste Heizfläche
dem Feuer; die d
haben einen verhä
können daher eine

Der Kessel wir
oder sonstigen Ve
sowohl seine Siche
nicht unwesentlich

Montage. De
bändern an schmi
schmiedeeisernen S
er sich nach allen
mauerung zu störe

Nutzeffekt.
dünn, die mit den
kommenden Wasse
schnitt; die Gase t
Bewegungsrichtung.
ordnung der Röhre
gase auf eine seh
dem Raum zwischen
dehnen sich diese
zweiten und dritten
Verbrennung, schne
Nutzeffekt werden

Leichter Tra
einzelnen Teilen von
bestehen, so sind
schiffung etc. geeig

Reinigung un
sind leicht erreichba
und können daher
in guter Ordnung g
Kessel haben 15 Ja
welche Reparatur er

Die Kessel werde
ihre Konstruktionsw
Explosion vollständi

D

Nachdem der Kes
gespeist ist, wird e
produkte steigen zw
unter dem Oberkessel
gehen von dort zwisch
dann nochmals aufwä
Schornstein.

Das in den Röhr
sammen mit dem au
geringeren spezifische
gegen das im hintere
Wasser besitzt, nach
in den Oberkessel,
Dampf vom Wasser.
Verbindungsrohre abw

Berührung mit
d darum wirk-
gt direkt über
gesetzten Teile
uerschnitt und
ȝrstehen.
von Stehbolzen
itellt, wodurch
Betriebsdauer

:rmittelst Stahl-
ɜr, welche auf
hängt, so daß
hne seine Ein-

izflächen sind
in Berührung
kleinen Quer-
recht zu ihrer
ackartige An-
lgenden Feuer-
se zerteilt. In
nd den Röhren
passieren zum
. Vollständige
ıng und hoher

Kessel aus
ringem Gewicht
lers zur Ver-

lle Kesselteile
als von außen
:hgesehen und
Viele Babcock-
ıe daß irgend-
wäre.
assend gebaut,
ıe gefährliche

-Wasserstande
Verbrennungs-
en nach dem
rennungsraum,
durch abwärts,
ann nach dem

ıser steigt zu-
n Dampf, des
ı, welches es
els befindliche
, tritt von dort
rennt sich der
ch die hinteren
e während

des Betriebes ohne Unterbrechung tä[tig] ein. Da die Wege sämtlich genügend groß und ... sind, so ist diese Zirkulation eine sehr rasche, sie reißt den Dampf mit sich, sobald er gebildet wird, und ersetzt denselben durch Wasser, nimmt die Wärme des Feuers vorteilhaft in sich auf, mischt den ganzen Wasserinhalt des Kessels gehörig durcheinander und gleicht die Temperaturen desselben aus; sie verhindert in bedeutendem Maße die Bildung des Kesselsteins auf der Heizfläche, indem sie ihn mitreißt und im Schlammsammler absetzt, aus welchem er leicht abgeblasen werden kann.

Der Dampf wird am hinteren Ende des Oberkessels entnommen.

VORTEILE.

Der Babcock & Wilcox-Kessel bietet im allgemeinen die nachfolgenden Vorteile:

1. Eine dünne Heizfläche im Feuerungsraum.

Die dicken Bleche, die in gewöhnlichen Kesseln im Feuerungsraum verwandt werden müssen, sind leicht der Überhitzung oder sogar dem Durchbrennen an der dem Feuer zunächst gelegenen Stelle ausgesetzt. Hieraus entsteht anormale Materialbeanspruchung, welche wiederum Schwäche, Risse und sogar Brüche verursacht, was die meisten Explosionen zur Folge hat. Die Wasserröhren gestatten dagegen dünne Wandstärken zunächst dem Feuer, die Wärme wird schnell übertragen, so daß also das stärkste Feuer sie nicht überhitzen oder schädigen kann, solange auf der Innenseite Wasser vorhanden ist.

2. Das Fernhalten der Verbindungsstellen vom Feuer.

Nietnähte mit ihrer doppelten Stoffstärke in den dem Feuer direkt ausgesetzten Stellen sind die Ursache bedeutender Unannehmlichkeiten. Da sie den schwächsten Teil der Konstruktion bilden, sammeln sie in sich die durch ungleiche Ausdehnung hervorgebrachte Materialbeanspruchung, werden häufig undicht und die Veranlassung zu Brüchen. Die Dichtungsstellen zwischen Rauchröhren und Rohrwänden sind auch die Ursache häufiger Störungen, wenn sie, wie in Lokomotiv- und Rauchröhren-Kesseln, dem Feuer direkt ausgesetzt sind. Diese Schwierigkeit wird durch die Anwendung der nahtlosen Wasserröhren, deren Dichtungsstellen dem Feuer nicht direkt ausgesetzt sind, vollständig vermieden.

3. Großer Zugquerschnitt.

Dieser Querschnitt ist beim Babcock & Wilcox-Kessel so reichlich bemessen, daß die nach dem Schornstein ziehenden Gase die Züge mit so geringer



Bismarckhütte in Bismarckhütte O.-S.
4 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 420 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

nügend Zeit
jen liegende

t von der
rodukte mit
ie Mischung
selten vor,
auchbildung
wird, kann
ren Gase in
verbranntem
chen. Man
elstande zu
m oder den
verbrennen.
on Luft der
ind zugleich
, wird die
fördert, und
n Vorteil der
Gas-Analyse
mmer einen
ewiesen ist,
t wird und
lgte. Jedes
selten Gases
i, und zwar
am zu sein.
bei ihrem
en gründlich
enheit, ihre
em Röhren-
n.
det, beweist
Kessel durch
n Matthiesen
nte Analysen
n Falle fand
d, selbst in
ngebundenen

ne.

l bedeutende
eizfläche ge-
gen stoßen,
rbeizugleiten.
ren dreimal,
und machen
eiche Fläche

ine

6. Wirksame Wasser-Zirkulation.

Das ganze in dem Kessel enthaltene Wasser zirkuliert in einer Richtung. Eine Gegenströmung ist daher ausgeschlossen. Der Dampf wird schnell nach oben geführt, sämtliche Kesselteile behalten eine fast gleichmäßige Temperatur, wodurch ungleiche Ausdehnung verhindert wird, und durch die rasche, fegende Strömung wird die Möglichkeit, auf der Heizfläche Kesselstein abzusetzen, wesentlich verringert.

7. Rasche Dampfbildung.

Da das Wasser in viele kleine Ströme verteilt und von dünnen Umhüllungen umgeben ist, auch durch den heißesten Teil der Feuerung geht, so wird ein rasches Anheizen ermöglicht; plötzlichen Anforderungen an den Kessel kann durch eine rasch erhöhte Verdampfung entsprochen werden.

8. Trockener Dampf.

Die große Spiegelfläche in dem Oberkessel, unter welcher das im Kessel erzeugte Gesamt-Dampfquantum infolge der regen Wasserzirkulation gleichmäßig verteilt wird, und aus welcher der Dampf mit geringer Geschwindigkeit entsteigt, sichert selbst bei größter Kesselbeanspruchung technisch trockenen Dampf.

9. Ruhiger Wasserstand.

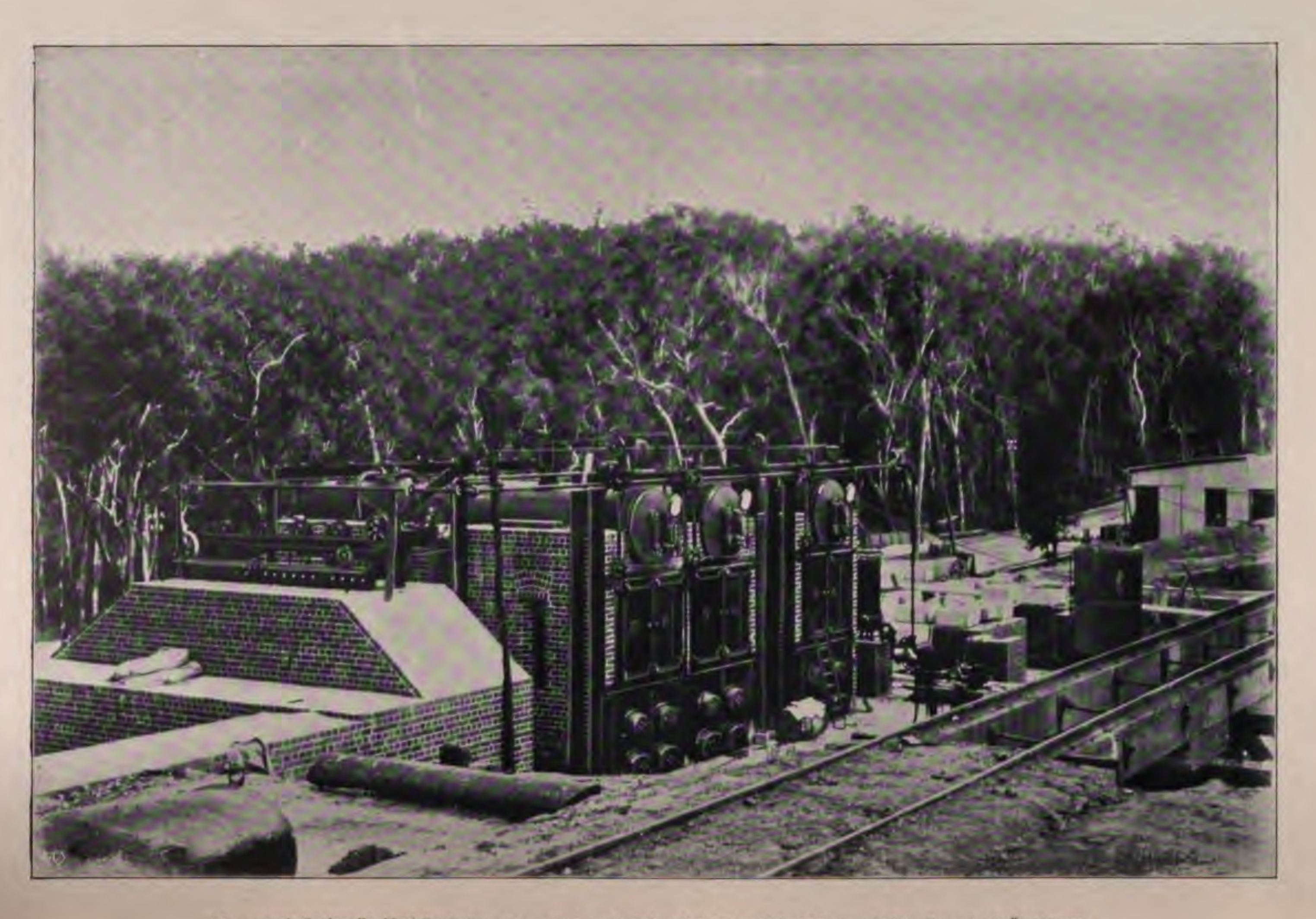
Die große Oberfläche des Wasserspiegels und die genügend großen Zirkulationswege gewähren einen ruhigen Wasserstand.

10. Freie Ausdehnung.

Die Bauart des Kessels gestattet jedem Teile die freie Ausdehnung, ohne die anderen nachteilig zu beeinflussen. Es ist dies ein besonderer Vorzug des Babcock & Wilcox-Kessels, denn in gewöhnlichen Kesseln ist die schwächende Wirkung der ungleichen Ausdehnungen zwischen starr verbundenen Kesselteilen häufig die Ursache der Explosionen. Die rasche Wasserzirkulation in unserem Kessel verhindert in großem Maße die ungleiche Ausdehnung, da sie sämtliche Teile in gleicher Temperatur erhält.

11. Explosionssicherheit.

Durch die Möglichkeit einer gleichmäßigen Ausdehnung wird die Gefahr einer Explosion verhindert, während die Zerteilung des Wasserraumes die ernsten zerstörenden Wirkungen im Falle eines Unglücks verhütet. Der verhältnismäßig kleine Durchmesser der Kesselteile sichert, selbst bei dünner Wandstärke, einen großen Überschuß von Widerstandsfähigkeit bei jedem gewöhnlich vorkommenden Drucke. Die Zirkulation ist derart rege, daß kein unbedeckter Teil der Einwirkung des Feuers ausgesetzt wird, bis das Wasserquantum so weit verringert worden ist, daß im Falle des Überhitzens keine Explosion stattfinden kann.



Wasserwerk Coolgardie, West-Australien. Gesamtanlage 22 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel mit Überhitzern.

Vasserraumes
lende Arbeiten
ügend großer
iden, so wird
ig sein, und
i fortwährend
essel plötzlich
Dampf. Der
finhalt, wegen
npfes.
fraumes wird
rselbe zu klein
Ein zu großer
roduktion und
nheizen. Ein
ergrößert die
hten Verluste.
ls sind nach
verschiedenem
die Erfahrung
Wasserstande,
ung trockenen
kann.

lgen.

n Kesseln auf
dem Rohrende
i Zwecke des
em Mannloch
:hern zu glei-
e der äußeren
lich. Die zeit-
ch befestigten
i die Putzöff-
t, befreit die
nem Zustande,
ichert.

:effekt

t sich an der
ugasche vom
Drittel bis zur
und füllt sich
is Wasserrohr
davon auf der
en selbsttätig

ig der Dauer-
rial-

ausgesetzt, welche die Enden der Rauchröhren, die Feuerplatten und die Feuerbrücken in gewöhnlichen und besonders in Lokomotivkesseln rasch zerstören. Aus diesen Gründen sind unsere Kessel dauerhafter und weniger reparaturbedürftig als andere Kessel unter denselben Umständen und bei derselben Überwachung.

16. Leichte Transportfähigkeit.

Da unsere Kessel in Sektionen gebaut werden, die leicht durch eine einfache Rohrdichtmaschine verbunden werden, können sie leicht und billig an Plätze transportiert werden, an welche ein Kessel der gewöhnlichen Konstruktion nicht gebracht werden könnte. Wenn notwendig, werden unsere Kessel in Teilen, geeignet zum Transport durch Maulesel, gebaut.

17. Reparaturen.

In ihrer jetzigen Konstruktion bedürfen unsere Kessel selten einer Reparatur; sollte eine solche jedoch notwendig werden, so kann sie jeder gute Schlosser mit den gewöhnlichen Kesselschmiedewerkzeugen vornehmen. Wenn ein Rohr erneuert werden muß, so kann dasselbe, wie bei den Rauchröhrenkesseln, herausgenommen und durch ein neues ersetzt werden, welche Arbeit von einem geschickten Schlosser in einer Stunde erledigt wird.

18. Praktische Erfahrungen.

Die vorerwähnten Vorzüge sind Ergebnisse einer mehr als dreißigjährigen Erfahrung, und viele Kesselkäufer haben durch zahlreiche Nachbestellungen die Vorzüge unseres Kessels anerkannt.

VORZÜGE GEGENÜBER GROSSWASSERRAUMKESSELN.

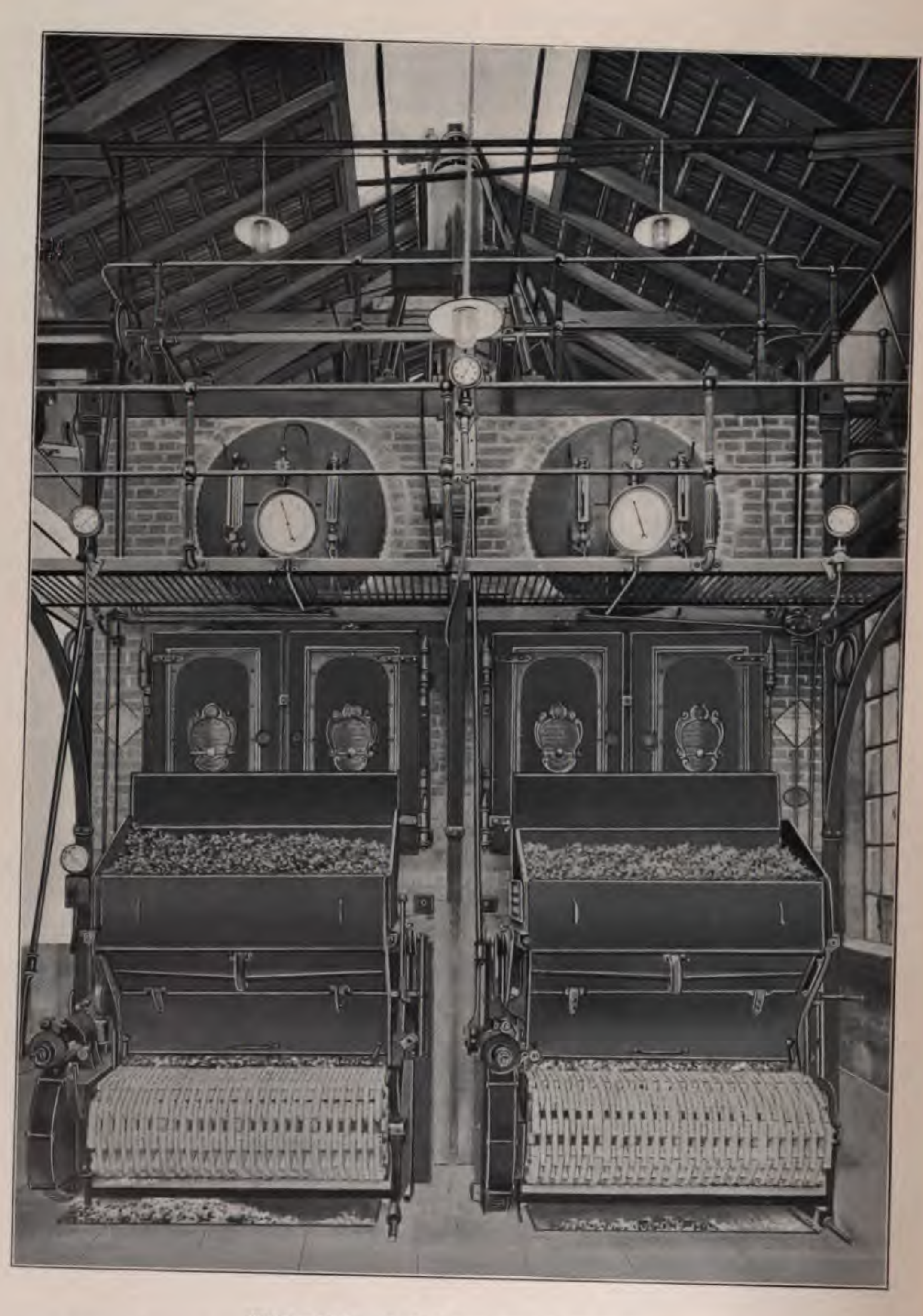
Der Babcock & Wilcox-Kessel bietet eine wesentlich größere **Sicherheit gegen Explosion.** Bei unachtsamer Bedienung wird im schlimmsten Falle ein Wasserrohr aufreißen und der Kessel durch die entstandene, in ihren Dimensionen sehr gering bemessene Öffnung entleert werden; Zerstörungen der Kesseleinmauerung werden kaum eintreten.

Der Großwasserraumkessel wird dagegen im gleichen Falle eine wesentlich größere Öffnung erhalten, durch die der gesamte Inhalt desselben plötzlich entweicht.

Hierdurch aber wird die in dem verhältnismäßig großen Wasserquantum aufgespeicherte Wärme zu einer verheerenden Explosion Veranlassung geben, die nicht nur die Kesseleinmauerung, sondern auch das Kesselhaus und die benachbarten Gebäude verwüstet.

Der Babcock & Wilcox-Kessel ist für hohe Dampfspannungen geeignet.

Diese Eigentümlichkeit verdankt der Babcock & Wilcox-Kessel seiner Bauart. Alle Teile desselben sind [fo]lge ihrer verhältnismäßig kleinen Dimensionen,



Illkircher Mühlenwerke A.-G., Straßburg i. E., Rheinhafen.
2 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 135 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

sehr geringer
ähiger herzu-
kessels, der
ansehnlicher

ıngen müssen
:rhältnismäßig
:hwierigkeiten
;el selbst un-
nd ihn daher
Bleche wird
ıüber immer

pfspannungen
er Anlage als

:l werden bei
ı kleiner aus-
le für die Ge-
chkeiten eine
i Anlagen in
assen werden

ıfenden Aus-
lie Erzeugung
iltnis zu ihrer
mpfverbrauch
wesentlich ge-
ung niedriger

ıpfspannungen
n im Betriebe.
chnell Dampf
ssels in eine
dünnwandige
ung der Feuer-
serinhalt eines
iltnis zu dem
sels geringer,
ılich, schneller
ırdert die Er-
ns einen ge-
:s wird daher
-Kessels allein
jespart.
ilcox-Kessels
testen in dem
ıerraumkessel,
Menge in den
im Babcock &
r Röhren nur

ilcox-Kessels
ıf das gründ-
den, während
sels an einigen
lich ist.

Der Babcock & Wilcox-Kessel ist an einem eisernen Gerüste unabhängig von seiner Ummauerung frei aufgehängt und vermag sich, der Einwirkung der Temperaturen entsprechend, **ungehindert auszudehnen**, ohne seine Ummauerung zu schädigen. Alle an dem Babcock & Wilcox-Kessel auszuführenden Reparaturen können in kürzester Zeit an demselben vorgenommen werden, ohne daß ein teilweiser Abbruch des Mauerwerks erforderlich wäre. Der Großwasserraumkessel ist mit seiner Einmauerung fest verbunden, zerstört dieselbe oft durch seine Ausdehnung, veranlaßt so den Eintritt der Außenluft durch die entstandenen Risse und vermindert damit den Nutzeffekt der Anlage. Reparaturen, die an einem Großwasserraumkessel erforderlich werden, bedingen fast immer den teilweisen Abbruch seiner Ummauerung, sind somit kostspielig und entziehen den Kessel auf längere Zeit dem Betriebe.

Die ganze Bauart des **Babcock & Wilcox-Kessels** gestattet es, daß er in viele Teile zerlegt und daher **leicht transportiert** werden kann.

VORZÜGE GEGENÜBER ANDEREN WASSERROHRKESSEL-SYSTEMEN.

Von einem Dampfkessel muß man verlangen können, daß er bei bester Leistung und möglichst vollkommener Sicherheit gegen Explosionsgefahr die größte Betriebsdauer besitzt.

Diese Eigenschaften eines Kessels hängen lediglich von der Gesamtanordnung im allgemeinen und der Bauart der Details im speziellen ab, naturgemäß aber auch von der Qualität des zur Verwendung gekommenen Materials und der Arbeitsausführung.

Die Leistung eines Kessels wird nach der Menge des von ihm erzeugten, für technische Zwecke brauchbaren Dampfes und des für die Erzeugung desselben benötigten Kohlenquantums beurteilt.

Die Dampfmenge hängt mehr oder weniger von der Wasserzirkulation ab, die Qualität des Dampfes von der Art und Weise, wie die Trennung desselben vom Wasser erfolgt.

Die Wasserzirkulation im Babcock & Wilcox-Kessel ist eine durchaus vollkommene, die keinerlei Gegenströmungen im Kessel zuläßt und durch die der Kessel in allen Teilen gleichmäßig erwärmt wird.

Die Wasserzirkulation veranlaßt auch in unserem Kessel eine natürliche Trennung des Dampfes vom Wasser, da derselbe im Wasser mitgeführt, unter die Gesamt-Spiegelfläche verteilt, aus ihr wie in einem Großwasserraumkessel emporsteigt und daher ein Mitreißen von Wasser nur in dem Maße stattfinden kann, wie dieses beim letztgenannten Kessel der Fall ist.

Die Wasserzirkulation in den Kesseln anderer Systeme ist nicht vollständig, sie wird bei den Zweikammerkesseln durch die Art des Anschlusses der

Hahnsche Werke A.-G., Großenbaum (Rhld.).
4 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 186 qm Heizfläche (in Montage).

und bei den
nde Gegen-

der Dampf
he verteilte
er bei den
ge Öffnung
in größeres
ißt, welches
pfes erhöht.
sowie die
t durch die
r Elemente.
ilcox-Kessel
weifelsohne
sion bilden.
-Kessel ist
Verankerung
eren ebene
len müssen
sind, sowie
besitzt der

erkammern
lben befind-
ht zu halten
durch den
er verzogen

struktionen
igen, denen
Die natür-
s Materials,
terhaltungs-
tzung des

her diesen
geringere

Unterhaltungskosten beanspruchen und eine längere Betriebsdauer aufzuweisen haben.

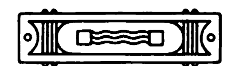
Alle an den Babcock & Wilcox-Kesseln eventuell erforderlichen Reparaturen können leicht und schnell ausgeführt werden, bei den Kesseln anderer Systeme ist dies in dem Maße nicht möglich. Ein an der Rohrseite der Wasserkammer z. B. undicht gewordener Stehbolzen kann ohne vorherige Herausnahme des größten Teiles der Rohre überhaupt nicht mehr gedichtet werden.

Am tiefsten Punkte hat der Babcock & Wilcox-Kessel einen Schlammsammler angeordnet, der fast allen anderen Wasserrohrkessel-Systemen fehlt.

Der Babcock & Wilcox-Kessel ist vollkommen frei und unabhängig von seiner Einmauerung aufgehängt; er vermag sich infolge seiner Bauart nach allen Richtungen hin auszudehnen, ohne den Zusammenhang seiner Einzelteile zu stören oder deren Deformation zu veranlassen. Es findet daher auch beim Babcock & Wilcox-Kessel kein Werfen der Rohre statt, selbst bei den höchsten Beanspruchungen nicht.

Die große Vorder- und Hinterkammer der meisten Wasserrohrkessel aber bildet mit den fest in sie eingewalzten Rohren ein steifes System, das bei den wechselnden Temperaturen Veranlassung zum Werfen der Rohre und zu Undichtigkeiten der Wasserkammern bei ihren Anschlüssen an den Oberkessel gibt, die dauernd kaum zu beseitigen sind.

Der Babcock & Wilcox-Kessel ist zu seiner jetzigen Vollkommenheit durch zahlreiche mit ihm angestellte Versuche und auf Grund nahezu 40 jähriger Erfahrung gelangt, so daß heute über **40000 Stück Babcock & Wilcox-Kessel mit 5000000 qm Heizfläche** in allen Betriebszweigen und in allen Teilen der Welt im Betriebe sind, eine Zahl, die von keinem andern Wasserrohrkessel-System auch nur annähernd erreicht wird.





Deutsch-Österreichische Mannesmann-Röhrenwerke Akt.-Ges., Abt. Bous a. d. Saar.
4 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 200 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenros**

UND PRAKTISCHE DATEN

ıZEUGUNG

5.

ester Qualität
. E. Bei der
Kessel ist es
e Wärme dem
weil Verluste
Verbrennung,
h die durch
meidlich sind.
:rlust) ist er-
:rforderlichen

die in dem
etitelt: „The
ıt sind, zeigt,
ch im Mittel
des Brenn-
n Verbindung
tere Zahl das

-Wasserrohr-
ıerung sowie
tage als eine
kann, lassen
:izwertes des
Kein anderer
ıfähigkeit des
der auch nur
nselben Ver-
:denen Seiten
rstellen kann,
ıgen können.
ie derartiges
ie annehmen,
jedoch nicht
ern beweisen

:ntlichen aus
lichen Kessel.
mmenen Ver-
n günstigsten
Brennmaterial
er eigentliche
kelte Wärme-
rs in Arbeit
ste, wenn er
e durch die

Da ein Kessel zur Dampf-Erzeugung dient, kann derselbe nur Wärme einer höheren Temperatur als die des Dampfes verwerten, daher dürfen die Verbrennungsgase nicht unter diese Temperatur abgekühlt werden.

Professor R. H. Thurston sagt: „Das Maximum des Wärmetransmissionsvermögens wird erreicht durch eine Kesselkonstruktion, die eine rasche, stetige und vollständige Wasserzirkulation besitzt und bei der die Bewegungsrichtungen der Gase und des Wassers entgegengesetzt gerichtet sind.“

Die Ansammlung von Kesselstein im Innern und von Ruß außerhalb mindert bedeutend den Nutzeffekt des Kessels. Eine Rußschicht von nur 3 mm macht die Heizfläche fast wirkungslos, und eine Kesselsteinschicht von 1,5 mm verursacht schon einen Verlust an Brennmaterial von 13 %. Ein Kessel muß daher außen und innen rein gehalten werden, um einen hohen Nutzeffekt zu erzielen.

Es ist nie vorteilhaft, einen Kessel zu hoch zu beanspruchen; die besten Resultate erreicht man mit reichlich großen Kesseln. Kessel und Mauerwerk müssen in gutem Zustande gehalten werden, und wird hierdurch, sowie durch sorgfältige Heizung Sparsamkeit erzielt. Schlechte Kesseleinmauerung allein hat schon erwiesenermaßen einen Verlust von 21 % im Nutzeffekt herbeigeführt.

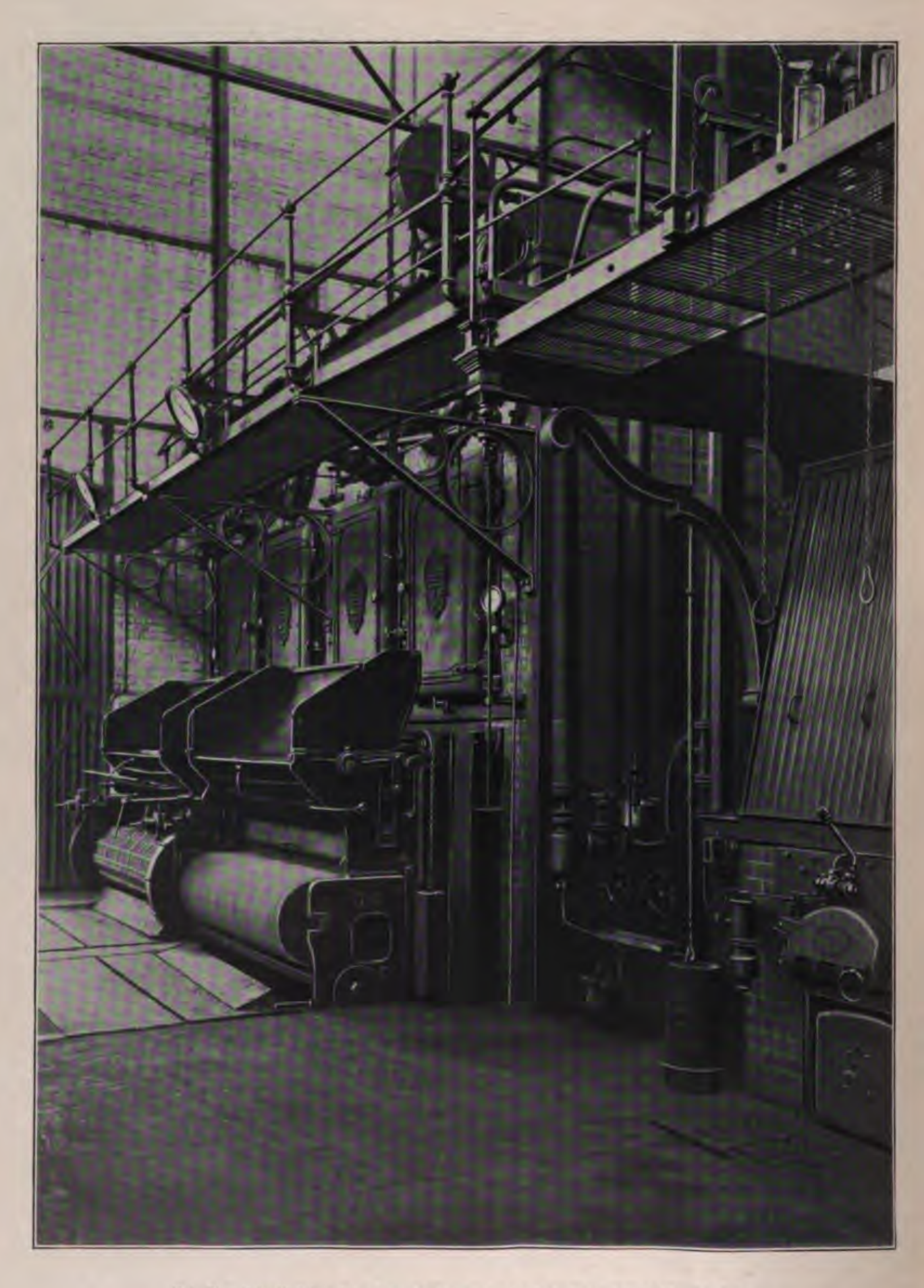
NUTZEFFEKT DER FEUERUNG.

Man kann den Verbrennungsprozeß als die Verbindung zweier ungleichen Substanzen unter Erzeugung von Licht und Wärme bezeichnen. In der gewöhnlichen Praxis ist eine dieser Substanzen der Sauerstoff der Luft und die andere das Brennmaterial. Jedes Kilogramm Brennmaterial braucht ein gewisses Quantum Sauerstoff zur vollständigen Verbrennung und dementsprechend ein gewisses Quantum Luft. Wenig Luft hindert jedenfalls die vollständige Verbrennung, wie zu viel Luft die Ursache von Wärmeverlusten ist.

Versuche beweisen, daß gewöhnliche Feuerungen mit natürlichem Schornsteinzuge das Doppelte der theoretischen Luftmenge zur vollständigen Verbrennung nötig haben.

Herr Professor Schwackhoffer in Wien stellte fest, daß die in Europa gebräuchlichen Kessel etwa 70 % überschüssige Luft gebrauchen, oder mehr als dreimal die theoretische Luftmenge.

Eine Reihe von Analysen der entweichenden Gase, durch Herrn Dr. Behr bei Babcock & Wilcox-Kesseln mit natürlichem Schornsteinzuge angestellt, ergab einen Überschuß an Luft von 48 %.



Kgl. Eisenbahndirektion St. Johann-Saarbrücken, Kraftwerk des Bahnhofs St. Johann.
2 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 226 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

Die Arbeit würde, wenn ganz in der Maschine ausgenutzt, eine Leistung von rund 9.4 PSi während einer Stunde ergeben oder einen Kohlenverbrauch von 0.106 kg pro PSi anstatt wie oben angeführt 0.51 kg.

Hieraus ergibt sich ohne weiteres, daß selbst bei der besten Dampfmaschine der thermische Wirkungsgrad nur

$$\frac{0.106}{0{,}51} = \text{ca. } 21\% \text{ beträgt.}$$

Bei einer unökonomischen Maschine beträgt er sogar nur

$$\frac{0.106}{1.48} = \text{ca. } 7.2\%.$$

Der thermische Gesamtwirkungsgrad beträgt demnach nur

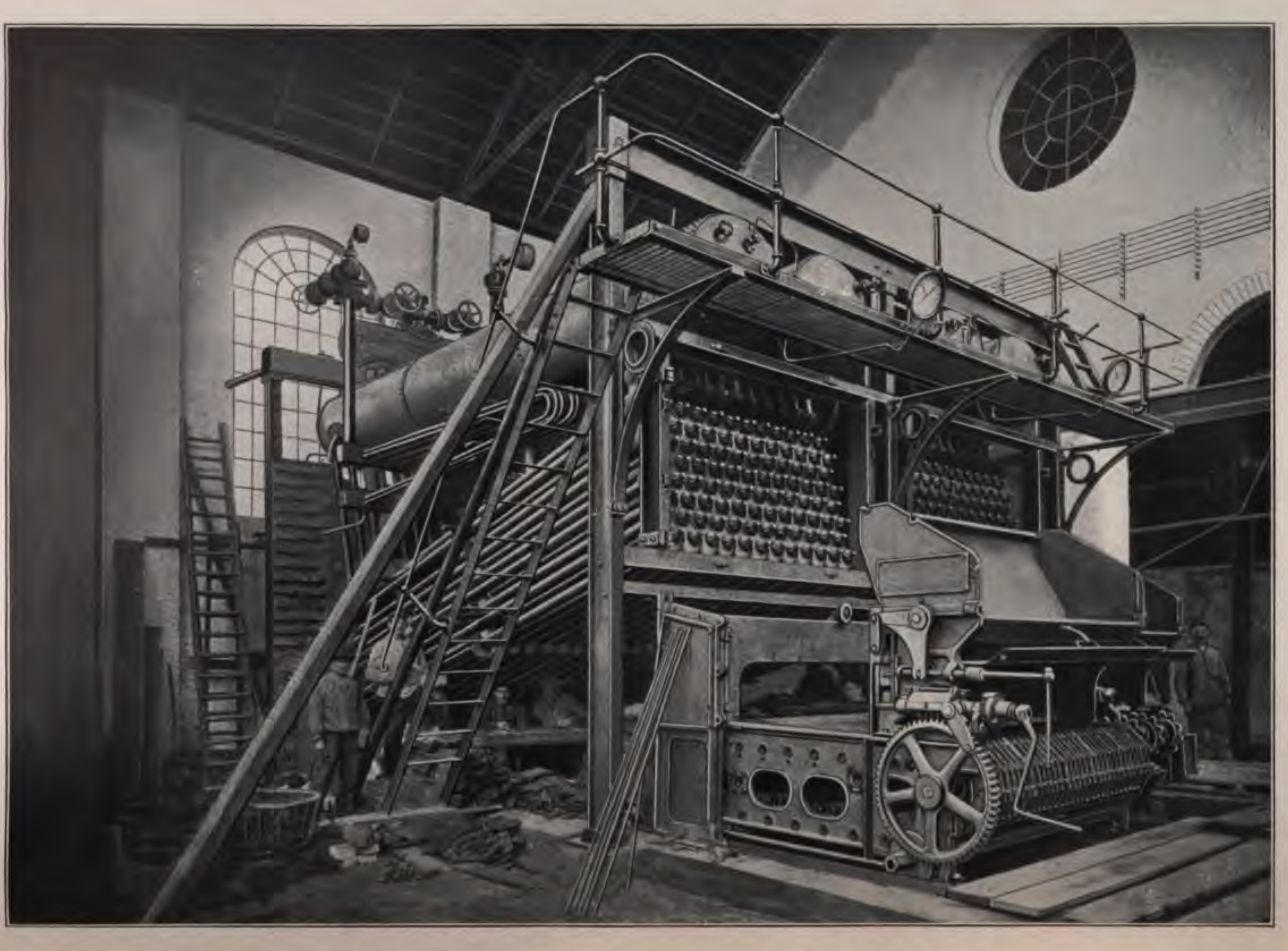
$$0.75 \cdot 0.21 = 15.8\% \text{ resp.}$$
$$0.75 \cdot 0.072 = 5.4\%.$$

Bei Verwendung von Economisern und mechanischen Feuerungen kann dieser Wirkungsgrad noch etwas gesteigert werden.

In den meisten Fällen ist es daher ökonomisch, eine Maschine der besten Konstruktion zu verwenden. Wird die Maschine jedoch nur auf kurze Zeit jährlich gebraucht, so daß die Ersparnis nicht dazu ausreicht, um die Zinsen der Mehrkosten zu decken, so kommt eine gewöhnliche Maschine, wenn sie auch verhältnismäßig verschwenderisch arbeitet, doch am billigsten zu stehen.

Wenn hoher Druck zur Verfügung steht, sind Verbundmaschinen ökonomischer als die einzylindrigen; bei großem Arbeitsdiagramm bieten mehrstufige Maschinen die größten Vorteile. Dieselben erfordern jedoch einen Dampfdruck von 7 bis 14 Atmosphären und eine regelmäßige Belastung, um ihre Vorteile ganz entwickeln zu können. Ein solcher Druck kann ohne Gefahr durch die Babcock & Wilcox-Kessel erzeugt werden.

Ein großer Dampfkessel ist im allgemeinen vorteilhaft; jedoch wäre es nicht ökonomisch, eine große Maschine zur Entwickelung einer kleinen Kraft zu verwenden. Genügend Dampf muß erzeugt werden, um bei jedem Hub den Zylinder mit Dampf von dem Enddrucke zu füllen, gleichviel, ob die Maschine mehr oder weniger Arbeit leistet, und dieses Quantum Dampf ist oft mehr als nötig, um die Arbeit zu verrichten. Zum Beispiel braucht eine Maschine von 0,6 m × 1,2 m bei 60 Umdrehungen pro Minute ohne Expansion ca. 30 PS., um den Luftdruck zu überwinden, ohne irgendwelche nützliche Arbeit zu verrichten. Aus demselben Grunde verteuert der Gegendruck bedeutend die Kosten der Krafterzeugung.



A.-G. Oberbilker Stahlwerk, Düsseldorf-Oberbilk. 2 Babcock & Wilcox Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 220 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten (in Montage).

EN. ergibt sich, wenn man das Gewicht des erten Wassers in Kilogramm mit der Gesamtförderhöhe multipliziert.
n Pumpen
o Wärme-
Wirkungs-

man das
ıpenarbeit

Um nun einen Vergleich zwischen verschiedenen Pumpanlagen ziehen zu können, bezieht man die Pumpenleistung auf 1000 kg Dampf, und ergeben sich für verschiedene Pumpensysteme ungefähr folgende Zahlen:

	Pumpenarbeit per 1000 kg Dampf Millionen in Meterkilogramm	Kilogramm Dampf pro Pumpen PS
ifach Expansion ...	38—42.7	7.1—6.3
npound	30.4—36.5	8.9—7.4
kleine Leistungen, ...	22.8—27.3	11.3—9.9
r kleine Leistungen, ...	12.1—18.2	22.2—14.8
ı		
h Expansion	15.2—21.0	17.8—12.8
ıund	9.0—12.1	30—22.0
pumpen	2.4—6.1	112—45.0
....	0.9—2.4	300—112
....	0.6—1.52	450—178

nzen ver-
e gewisse
chen Luft
e Wärme

rennstoffe
s, Braun-
den noch
Bagasse,
verwendet.
bestehen
, Wasser-
is Asche,
rennbaren
usammen-
als feste

für uns
Betracht,
einer be-
ll.

nden sich
m Sauer-
mit dem
ure CO_2,

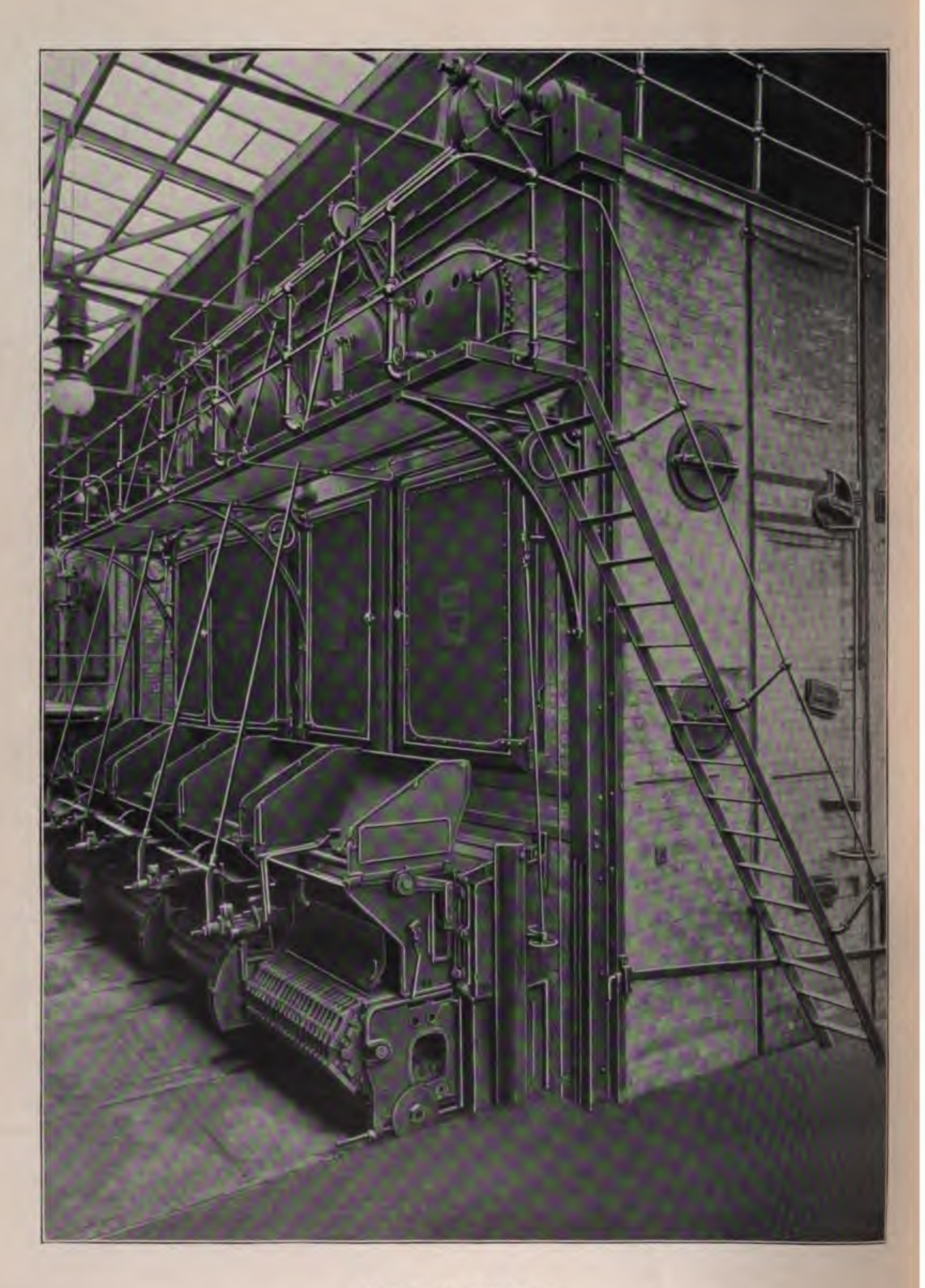
Kohlenoxyd CO und zu Wasser H_2O. Hierdurch wird, wie bei jedem chemischen Prozeß, Wärme erzeugt.

Die so erzeugte Wärme, die den Heizwert der Kohle ausmacht, wird ihrer Intensität nach mit dem Thermometer oder Pyrometer nach Graden, und ihrer Quantität nach, nach Kalorien gemessen und bestimmt.

Im geologischen Sinne unterscheidet man drei Hauptarten von Kohlen: Anthrazit, Steinkohle und Braunkohle. Die Kohle aus der ältesten Formation, der Anthrazit, ist am kohlenstoffreichsten und deshalb als Brennmaterial am wertvollsten.

Bei der Steinkohle unterscheidet man folgende Arten: Glanzkohle (Pechkohle), tiefschwarz, mit lebhaftem Glasglanz, sehr spröde, leicht spaltbar, meist aschenärmer als die anderen Kohlenarten, mit selten unter 80, oft weit über 90% Kohlenstoff; Mattkohle, fast stets in inniger Verwachsung mit Glanzkohle, grauschwarz bis bräunlichgrau, höchstens mit mattem Fettglanz, meist erheblich aschenreicher als die vorige, ärmer an Kohlenstoff, und Cannelkohle, grau-, seltener pechschwarz, wenig spröde, enthält sehr wenig Sauerstoff, viel Wasserstoff, ist leicht entzündlich und brennt mit lebhafter Flamme (woher der engl. Name cannel- oder candle-coal „Kerzenkohle").

In der Technik unterscheidet man nach dem Verhalten der Kohle im Feuer: Backkohlen, Sandkohlen, Sinterkohlen und Gaskohlen.



Kaiserliche Werft, Kiel-Gaarden.
2 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 300 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

Den Konsequenzen aus der Annahr samen Verkohlungsprozesses entsprect u, sind die Steinkohlen, wie schon oben gesagt, i.. allgemeinen ältere Kohlen als die Braunkohlen, und beide werden durch Anthrazit an Alter übertroffen.

Der Hauptfundort von Anthrazit sind die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika; er kommt jedoch auch in beträchtlichen Mengen in dem westlichen Teile der Süd-Wales-Kohlenfelder in der Nähe von Swansea, in Schottland, in Frankreich, im Süden von Rußland und bei uns im Bezirk Osnabrück vor.

Die Glanzkohle (Pechkohle) wird am meisten durch die englische Cardiff- oder Wales'sche Kohle repräsentiert; sie kommt von den ungeheuer großen Kohlenfeldern von Süd-Wales, wird aber auch in Belgien viel gefunden und unter dem Namen Demi-gras in den Handel gebracht.

Die in Transvaal gefundene Kohle ist dieser ähnlich, enthält jedoch einen größeren Prozentsatz Abfall. Die Cannelkohle ist hauptsächlich in den Mittelländern von England zu finden, sie wird viel zur Leuchtgasfabrikation verwendet.

Die größten Mengen Kohle sind Mattkohle; ihre Fundorte sind über die ganze Welt verbreitet. Die größten bekannten Lager sind in Deutschland im Ruhrkohlengebiet und in Schlesien, im Norden Frankreichs, Österreich, Rußland, in Schottland und den benachbarten Gegenden Englands, in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, China, Japan, Indien, Australien, Neu-Seeland und Kanada.

Die hauptsächlichsten Braunkohlenfelder liegen in Deutschland, Böhmen, Frankreich, Italien und Schweden.

Der theoretische Heizwert eines Brennmaterials ist diejenige Menge von Wärme, welche bei seiner Verbrennung unter theoretisch korrekten Bedingungen hervorgebracht wird; das Maß dafür ist die Wärmeeinheit. Auf dem Kontinent von Europa ist als Wärmeeinheit die Kalorie festgesetzt, das ist diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° C. zu erhöhen. In England und den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika ist allgemein die britische Thermaleinheit angenommen als diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Pfund Wasser um 1° Fahrenheit zu erwärmen.

Zur Umrechnung von britischen Thermaleinheiten pro 1 Pfund Kohle in Kalorien pro 1 kg Kohle multipliziere man mit $^5/_9$.

Die Elemente in der Kohle, welche zur Bestimmung des Heizwertes in Betracht kommen, sind Kohlenstoff und Wasserstoff, manchmal etwas Schwefel; auch das hygroskopische Wasser einer Kohle übt einen Einfluß auf deren Brennwert aus, indem es erst durch Wärmeverluste entfernt werden muß.

Versuche mit Kalorimetern haben ergeben, daß 1 kg Kohlenstoff bei seiner vollständigen Verbrennung zu Kohlensäure imstande ist, die Temperatur von 8080 kg Wasser um 1° C. zu erhöhen, und daß 1 kg ...erstoff dieselbe Arbeit mit 34 462 kg Wasser



Städtisches Gaswerk Hamburg-Barmbeck. 3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 102 qm Heizfläche.

kommene Verbrennung hervorgerufen wird. Andere Verluste haben ihren Grund in der Ausstrahlung von Wärme aus dem Kessel, in dem Eindringen von verhältnismäßig kalter Luft durch das Mauerwerk des Kessels und in dem Abziehen der Gase aus dem Kessel mit einer ziemlich hohen Temperatur (250 bis 300 ° C.), deren Effekt also bei der Verdampfung verloren geht.

Einen weiteren Verlust an dem theoretischen Heizwert einer Kohle erleidet man in der Praxis dadurch, daß die Temperatur der Heizgase nie geringer sein darf als diejenige des in dem Kessel erzeugten Dampfes, und der hauptsächlichste von allen Verlusten entsteht durch die Reduzierung der Temperatur der Heizgase bei ihrer Berührung mit der kalten Kesselheizfläche, bevor die Gase ihre vollkommene Verbrennung erreicht haben.

Die Zeit, welche zur Verbrennung der verschiedenen Kohlensorten erforderlich ist, ist abhängig von dem Prozentgehalt an Kohlenstoff. So geht bei gutem Anthrazit die Zersetzung und Destillation der Gase sehr langsam, bei Cardiffkohle schon bedeutend schneller und bei magerer Steinkohle fast augenblicklich vor sich; die zur Verbrennung erforderliche Zeit ist also direkt proportional dem Prozentgehalt an Kohlenstoff.

Die zur Verbrennung von 1 kg einer Kohle von 7500 Kalorien Heizwert theoretisch erforderliche Menge Luft beträgt ca. 11 kg; jedoch reicht dieselbe für die Praxis absolut nicht aus, weil selbst bei den besten Heizanlagen eine so innige Berührung sämtlicher Luftteilchen mit der brennenden Kohle, wie sie erforderlich wäre, um bei dieser einfachen theoretischen zugeführten Luftmenge eine möglichst vollkommene Verbrennung zu erzielen, nicht möglich ist. Man ist daher gezwungen, stets ein beträchtlich größeres als das theoretisch berechnete Luftquantum zuzuführen. Durch die Praxis hat sich ergeben, daß die doppelte Menge der theoretisch berechneten Luft zu einer vollkommenen Verbrennung vollständig hinreicht, so daß also die Feuerung derart zu dimensionieren ist, daß diese Luftmenge zu dem Brennmaterial Zutritt hat.

Die zur Verbrennung erforderliche Luft muß die Spalten zwischen den Roststäben und die Lagen des Heizmaterials durchströmen, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die von der Intensivität des Zuges abhängig ist.

Da nun, wie schon gesagt, für jede Kohlensorte eine ganz bestimmte Zeit zur vollkommenen Verbrennung erforderlich ist, welche noch nicht erreicht sein darf, bis die Gase mit der kalten Kesselheizfläche in Berührung kommen, ist es das Haupterfordernis, die Menge des zu verbrennenden Brennmaterials mit der Menge der zu ergänzenden Luft in das richtige Verhältnis zu bringen. Deshalb muß auch der Rost speziell für eine bestimmte Sorte Kohle konstruiert werden, weshalb es auch größtenteils nicht ohne weiteres [illegible] ist, eine andere Kohle unter dem Kessel [illegible], ohne größere oder kleinere



unehmen.
denselben
ern, teils
die Ge-
man also
igsanlage
verfeuern
so ist zur
weder ein
r es muß
n „Unter-
ier richtig
so Heiz-
Verhältnis
n Sauer-
ohlenstoff
nperatur-
che ihrer-
el abgibt.
rials zur
igen Ver-
den Rost
in den
gebildet
liegenden
ınd bildet
es jedoch
sondern
ch häufig
einer zu
in Be-
Flamme
Schorn-
essel ist
iner un-
ganz be-
nung des
gen, vor
ffen, weil
mitgeführt
an Kohle
ıd herab-
bemerkt

man häufig ein Aufflammen an dem obe... Schornsteine, was ein sicheres Zeichen ... daß eine richtige Verbrennung nicht stattgef...

Kohle, in einem geschlossenen Raume erhitzt, wird bei geringem Luftzutritt nicht verbrennen, sondern nur destillieren; es bilden sich ätherische Öle und Kohlenwasserstoff-Verbindungen aller Art, die nur in Rotglut kommen und wegen Mangels an Luft nicht verbrennen, sondern Kohlenstoff ausscheiden.

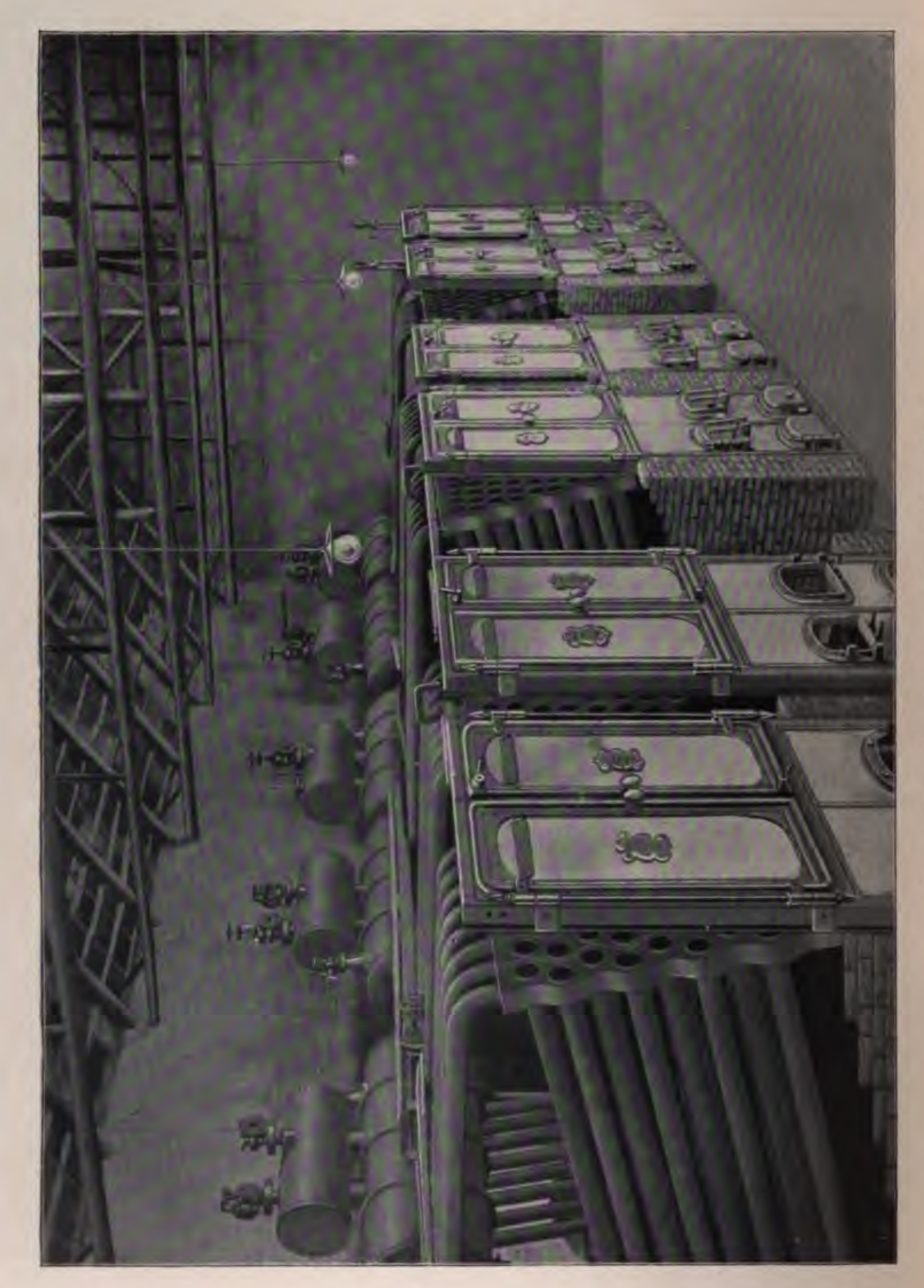
Diesen Prozeß kann man bei jeder schlecht konstruierten Heizanlage beobachten, wo nämlich nicht genug Luft zu der brennenden Kohle gelangen kann; der sich ausscheidende Kohlenstoff setzt sich zu einem kleineren Teile in den Feuerungszügen als Ruß ab, während der größere Teil als mehr oder weniger dicker Rauch durch die Esse unbenützt entweicht.

Eine geringe Rauchbildung ist selbst bei der am besten eingerichteten Feuerungsanlage immer vorhanden, denn bei dem Auflegen von frischem Brennmaterial auf die erhitzte Kohlenschicht bilden sich sofort Kohlenwasserstoffgase, die, weil im ersten Momente durch das Nachtragen des frischen kalten Brennmaterials die Temperatur im Verbrennungsraume bedeutend abgekühlt wird, und wohl auch die zu ihrer Verbrennung erforderliche große Luftmenge nicht sofort vorhanden ist, als Rauch abziehen. Erst nach und nach mengt sich die Luft mit den Gasen, und die Rauchbildung hört auf. Diesen Zeitraum muß man soviel als möglich abkürzen, und dies ist nur dadurch möglich, daß man die alte Brennmaterialschicht ziemlich hoch läßt und die neue Schicht dünn und öfters bei geschlossenen Rauchschiebern aufträgt, besonders bei gasreichen Kohlen.

Es mag jedoch erwähnt werden, daß, während die Produktion von Rauch stets ein Zeichen von unvollkommener Verbrennung ist, das Fehlen von Rauch nicht immer den Beweis einer vollständigen Verbrennung liefert, denn durch einen Überschuß von zugeführter Luft werden die Gase soweit verdünnt, daß die Rauchbildung nicht mehr wahrnehmbar ist.

In der folgenden Tabelle ist der Fundort, der theoretische Heizwert und die Art der verschiedensten Kohlensorten aufgeführt.

	KALORIEN	ART DER KOHLE
...	8066	Fettkohle
...	8403	Magerkohle
...	7508	Fettkohle
...	7340	Magerkohle
...	8325	»
...	6395	»



Persische Zuckerraffinerie in Teheran. 7 Babcock & Wilcox-Kessel.

	KALORIEN	ART DER KOHLE
......	6647	Flammkohle
......	6302	„
......	5930	„
ıeig:		
......	3205	Braunkohlen
......	3580	„
......	3385	„
......	2140	„
......	2314	„
......	4128	„
......	2535	„
......	5994	Halbanthrazit niedrigen Grades
......	7066	teerhaltig
......	5790	langflammig, halbbituminös
......	5977	„ „
......	6340	„ „
......	6804	„ „
......	6903	„ „
......	7021	„ „
......	6774	„ „
......	7441	„ „
......	5362	„ „
......	5604	„ „
....	5456	Braunkohle
....	4548	„
....	4956	„
....	8646	Anthrazit
....	7657	„
....	7875	bituminöse harte Kohle
....	8400	„ „ „
....	8529	bituminöser Koks
....	8477	bituminöse harte Kohle
....	8476	bituminöser Koks
....	8556	„ „
....	7925	halbbituminöse Kohle
....	7293	halbbituminöse Kohle, lange Flamme
	7826	bituminöse Kohle, lange Flamme

FUNDORT
FRANKREIC
Bassin de la Loire:
Rive-de-Gier, p. Henri...
„ No. 1..........
„ Cimetière 1......
„ „ 2......
„ Couson..........
Bassin de la Aveyron:
Lavaysse...............
Céral..................
Bassin de l'ais Rochbelle..
Bassin de Valenciennes:
Denain Fosse Renard ...
„ „ Lelvet 1...
„ „ „ 2...
St. Wast Fosse de la Ré
„ Grande Fosse..
„ Fosse Tinchon .
Anzin:
Fosse Chauffour........
„ la Cave..........
„ St. Louis........
Fresne:
Fosse Bonnepart........
Vieux-Conde:
Fosse Sarteau..........
GROSSBRITAN
Ebbw. Vale 1848........
Powell Duffryn 1848.....
Llangennech 1848.......
„ 1871.......
Graigole 1848...........
Nixon's Navigation......
Gwaun Cae Curwen.....
Newcastle..............
Derbyshire und Yorkshire
Lancashire.............
Scotch.................
VEREINIGTE ST
Pennsylvania...........
„ ....
„ ....
Kentucky...............
„ ....

	KALORIEN	ART DER KOHLE
......	8601	bituminöse harte Kohle
......	8596	" " "
......	8052	" " " lange Flamme
......	8505	" " " " "
......	8206	" " " " "
......	8128	bituminöse harte Kohle, lange Flamme
......	7335	halbbituminöse Kohle
......	8691	bituminöser Koks
......	8469	bituminöse Kohle, lange Flamme
......	8389	" "
......	8509	" "
......	8392	" " kurze Flamme
......	8438	" " " "
......	8379	" " " "
......	7974	bituminöser Koks
......	8083	" "
......	8554	" "
......	8460	halbbituminöse Kohle
......	8561	" "
......	8998	ganz reine Anthrazitkohle 84—80% Kohlenstoffgehalt
......	8710	" " " "
......	8318	" " " "
......	8305	" " " "
......	8152	" " " "
......	8325	rauchlose Kohle
......	8402	reine harte Anthrazitkohle
......	8225	bituminöse Kohle, 77—82% Kohlenstoffgehalt
......	7692	" " " "
......	7724	" " " "
......	7150	bituminöse Kohle, 78% Kohlenstoffgehalt
......	7892	Anthrazitkohle, 88 % Kohlenstoffgehalt
......	7293	Cannelkohle
......	7301	bituminöser Koks
......	7987	" "
......	8434	Cannelkohle



Otto Schwade & Co., Erfurt. 3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von 42 bezw. 80 qm Heizfläche.

	KALORIEN	ART DER KOHLE
....	5175	Braunkohle
....	7283	bituminöser Koks
....	7268	Cannelkohle
....	7851	bituminöser Koks
....	7270	„ „
....	5114	Braunkohle
....	8098	halbbituminöse harte Kohle
....	7959	„ „ „
....	8060	„ „ „
....	8037	„ „ „
....	8085	„ „ „
....	8302	„ „ „
....	8004	„ „ „
....	8265	„ „ „
....	8454	„ „ „
....	8393	„ „ „
....	8168	halbbituminöser Kohlen-Koks
....	7977	„ „
....	8404	„ „
....	8535	„ „
....	8427	„ „
....	8284	bituminöse harte Kohle
....	8275	„ „ „
....	8303	„ „ „
....	8308	halbbituminöser Koks
....	8372	„ „
....	8012	„ „
....	7670	halbbituminöse harte Kohle
....	8447	„ „ „
....	8403	„ „ „
....	8284	„ „ „
....	7951	„ „ „
....	8304	„ „ „
....	6366	halbbituminöse Kohle
....	3921	Braunkohle
....	3337	Braunkohle
...	5370	Braunkohle
	5104	„
	3457	„



J. F. Pease & Co., Middlesborough (England). Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel über Wärmofen.

	KALORIEN	ART DER KOHLE
......	3815	Braunkohle
......	4443	"
......	4198	"
......	5931	halbbituminöse Kohle
......	4925	" "
......	5500	" "
......	4433	" "
......	4032	halbbituminöse Kohle
......	5177	" "
......	5307	" "
......	3560	Braunkohle
......	4338	"
......	4546	"
......	4597	"
......	6974	Steinkohle
......	7013	"
......	2699	Braunkohle
......	2809	"
......	6980	bituminöse Kohle
......	6883	" "
......	6143	" "
......	7234	" "
......	6632	" "
......	5709	Cannelkohle
......	6309	"
......	2889	Braunkohle
......	4625	"
......	3841	"
......	4426	"
......	4283	"
......	4483	"
......	4493	Braunkohle
......	5627	Braunkohle
		Steinkohle
		unkohle
		hle

Die australische Kohle ist pechschwarz und glänzend, sehr spröde und bricht in kubische Stücke, sie ist teerhaltig und verkokt wie Newcastle-Kohle.

Japan. Japanische Kohlen weisen im allgemeinen einen bituminösen Charakter auf und variieren sehr stark in bezug auf ihren Heizwert. Einige der besten Sorten, z. B. Takashima-Kohle aus dem Kiushu-Distrikt, sind hinsichtlich des Heizwertes der englischen Newcastle-Kohle gleich. Fast alle japanischen Kohlensorten besitzen jedoch einen hohen Prozentsatz flüchtiger Bestandteile, und sie können vorteilhaft auf der mechanischen Patent-Kettenrostfeuerung rauchlos verfeuert werden.



Deutsche Babcock & Wilcox Dampfkesselwerke, A.-G., Oberhausen-Rhld. Dreherei.

Anderseits gibt es wieder japanische Kohlen, die nur die Hälfte des Heizwertes der Newcastle-Kohle besitzen, und in Fällen, wo diese Kohle verfeuert wird, sind besonders große Roste vorzusehen, um eine zufriedenstellende Dampferzeugung zu gewährleisten.

Transvaal. Transvaal-Kohle variiert wesentlich in ihrer Zusammensetzung. Kohle aus den Indwee-Kohlengruben hat folgende chem. Zusammensetzung:

Kohlenstoff	49,54 %
Flüchtige Bestandteile	17,20 %
Schwefel	0,49 %
Asche	31,86 %
Feuchtigkeit	0,91 %

Kohle von den Kronstad-Kohlengruben brennt gut und ist rein, hat aber nur 83¼ % von dem Heizwert guter Kohlen und enthält 15½ % Rückstände.

Kohle aus der Cyphergab-Grube ist sehr erdig, wodurch ein fortwährendes Reinigen des Rostes erforderlich wird; sie enthält 31¼ % Rückstände und besitzt nur 59½ % des Heizwertes guter Kohle.

Im allgemeinen können mit Babcock & Wilcox-Kesseln bei sorgfältiger Bedienung und sonst günstigen Bedingungen 70—75 % der theoretischen Wärmeeinheiten, also durch Analyse bestimmt — in das Kesselwasser übergeführt werden. Von anderer Seite will man eine größere Ausnützung — bis zu 80 % — erreicht haben; wir wollen die Möglichkeit, ein so günstiges Resultat zu erreichen, nicht abstreiten, sicher ist es aber unter Bedingungen erzielt, die im allgemeinen in der Praxis unausführbar sind, resp. niemals für die Dauer aufrecht erhalten werden können. Wie schon gesagt, gehen die nicht nutzbar zu machenden ca. 30 % verloren durch Strahlung, durch die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um den Essenzug hervorzurufen, und durch die unvollkommene Verbrennung. Alles in allem genommen, können bei Wasserrohrkesseln größere Verdampfungseffekte erzielt werden, als bei Walzenkesseln, vornehmlich aus dem Grunde, daß bei der ersten Gattung Feuerungen aus

uerfestem Material zur Anwendung kommen, in elchen die Verbrennung des Heizmaterials schneller or sich geht als in den Feuerungen von Walzen- esseln, bei denen nicht nur der Raum für die erbrennung beengt, sondern auch das Feuerungs- aterial von der kalten Kesselheizfläche umgeben ist. e besser die Feuerung aus feuerfestem Material bei Breite der Roststäbe, die Größe der Rostfläche, die Form der Roststäbe und die Größe der Rostspalten.

Mit Rücksicht auf alle diese Punkte für die Kohlen von sämtlichen aufgeführten Fundorten Daten zu geben, würde zu weit führen; dies muß vielmehr den persönlichen Erfahrungen der Feuerungs-Ingenieure und Kesselkonstrukteure überlassen werden.



Babcock & Wilcox-Kessel über Blockwärmofen.

Wasserrohrkesseln konstruiert ist, d. h. je vollkommener sie die Verbrennung des Heizmaterials gestattet, desto höher wird der Nutzeffekt des Kessels sein. Die Form der Feuerungen aus feuerfesten Ziegeln eines Wasserrohrkessels ist selbstverständlich ähnlichen Bedingungen unterworfen, wie solche z. B. bei den Feuerungsanlagen eines Flammrohr-Kessels maßgebend sind. So sind z. B. die Entfernung zwischen Feuerbrücke und Scheitelplatte — die Form der Roststäbe — die Zwischenräume zwischen den Roststäben — die Form der Feuertüren alles wichtige Faktoren zur Erzielung einer guten Verbrennung.

Die Kohlen, für welche es am einfachsten ist, eine passende Feuerung zu entwerfen, sind Anthrazit und Steinkohle (bituminöse Kohle), und zwar hat die Erfahrung gelehrt, daß für alle Kesseltypen der Planrost für diese Feuerungsmaterialien der geeignetste ist, weil er billig in der Unterhaltung ist, wenig Aufmerksamkeit von seiten des Heizers erfordert und or allen Dingen eine so vollkommene Verbrennung estattet, wie sie überhaupt praktisch bei einer ampfkesselfeuerung zu erreichen ist.

Natürlicherweise bestimmen die Größe der Kohlenücke, der Prozentsatz an Asche, die Art der erforderhen Verbrennung und die Intensität des Zuges mtliche Details der Feuerungsanlage, als z. B. die

Folgende kleine Tabelle gibt einige Resultate ökonomischer Verbrennung bei verschiedener Intensität des Zuges, die bei Versuchen mit den Feuerungsanlagen von B. & W.-Kesseln gefunden sind.

Art der Kohle	Zug, gemessen durch Wassersäule	Pro Quadratmeter und Stunde verbrannte Kohlen
Nixons Navigation	10 mm	80 kg
"	13 "	90—100 "
"	19 "	120—150 "
"	25 "	150—200 "
Powell Duffryn........	10 "	90 "
"	13 "	100—120 "
Reiner Anthrazit	13 "	40—50 "
"	19 "	75—100 "
"	25 "	100—120 "
Halbbituminöse harte Kohle:		
Belgien und Frankreich.	10 "	60 "
" .	13 "	75 "
" .	19 "	100 "
Transvaal	13 "	60 "
"	25 "	100 "

gen
iese
ind,
tten;
rrost
türen
schuß
chliche
dieselbe.

t zur Beschickung
ei Anwendung
Anzahl von Kessel
sen Anforderungen
Babcock & Wilcox
Kettenrost

eerhaltige,
ngen, und
unfraglich
den.
raunkohle
deutenden
Nähe des

nur dann auf einem Planros
derselbe für eine gegebene
konstruiert wird, was zu d
, eine Feuerung zu kon
nicht nur eine große Oberfläc
mit der erforderlichen gr
Kohlen für eine bestimmte Da
zeit des Auflegens wächst,
eine vermehrte kalte Luftzuf
Öffnen der Feuertüren erfo
in Fortfall kommen. Eine
Treppenrost, er hat sich
jeder Richtung hin praktis
Neigung des Rostes findet
statt, so daß nur für einen
möglichst große Rostfläche
brennungskammer Sorge zu
Zwischenräume der einzelne
kann die große Menge vo
meistens Schlacke oder K
Schaufel sehr leicht entfernt
also ca. 13 mm Wassersä
Treppenrost gut 175 kg pr
meter verbrannt werden.

In Frankreich und auch i
...feuerung sind **Briketts**,
von Pech- und Staubkohle (S
bestehen, sehr gebräuchlich.
hoch, ca. 7700 Kal.; als Ros
der Planrost.

Koks — fast reiner Kohl
Rückstand bei der Destillati
kann nur auf einem Planrost
ist die Form der Roststäbe
Die durch Koks erzeugte Hitz
Grunde bei nicht sorgfältiger B
sehr schnell verschmoren;
Wasserpfannen in dem Asche
dung von Dampfstrahlen nach
Koks erfordert einen bedeu
Kohle, ist allerdings auch
Feuerungsmaterial, das existie
Zug von 13 mm können 60 kg
und Stunde bequem verbrann

Das nächst der Kohle woh
kommende Feuerungsmaterial
Ausnützung wiederum der W
geräumiger gemauerter Feuer
hältnismäßig großer Heizfläche
als vorteilhafter Dampf-Erz

Die zur Verbrennung von H
fläche braucht nicht sonderl
das Holz in seinen Poren e
und diese in der Feuerung lie
Feuerungsanlage einen bedeu
... Die Größe der Feuer
... ist von der Größ

len, wenn
sehr groß
it geführt
h welche
, sondern,
on Braun-
ie Häufig-
ebenfalls
is häufige
euertüren
ist der
hle nach
Durch die
schickung
hter, eine
ige Ver-
Durch die
er Stufen
, welche
mit einer
em Zuge,
uf einem
Quadrat-

für Loko-
Gemisch
Anthrazit)
t ziemlich
m besten

onnen als
ohlen —
n; jedoch
erwägen.
welchem
Roststäbe
es durch
h Anwen-
erhindern.
Zug als
hwächste
atürlichen
dratmeter

Betracht
ir dessen
el — mit
und ver-
em Feuer
ist.

che Rost-
sein, weil
ff enthält
muß die
ien Inhalt
und der
euernden

Holzkloben abhängig, während die Gr[...] Rost-stäbe sich nach der Natur des Holzes [...]ndern, da der Heizwert des Holzes ebenfalls variiert.

Gutes hartes Holz hat ungefähr den halben Heizwert guter Kohle; sein Heizwert ist abhängig von dem Feuchtigkeitsgehalt.

In Zentral- und Süd-Amerika, in Mexiko, in einigen Teilen von Australien und in Rußland findet Holz in Form von Kloben als Feuerungsmaterial viel Verwendung. In Form von Bündeln oder als Rückstand von Sägemühlen in Form von Säge- und Hobelspänen kann es ökonomisch nur auf Treppenrosten verbrannt werden.

Andere Feuerungsmaterialien ähnlicher Natur wie das Holz, z. B. **Kaffeehülsen, Reishülsen, Torf und Gerberlohe**, können ebenfalls vorteilhaft auf einem Treppenrost verbrannt werden; jedoch sind, da der Heizwert dieser Substanzen bedeutend geringer als der des Holzes ist, die Dimensionen des Verbrennungsraumes, des Zwischenraumes zwischen den Roststäben, die Intensität des Zuges und die Größe der Heizfläche für eine bestimmte Leistung des Kessels sorgfältig zu ermitteln.

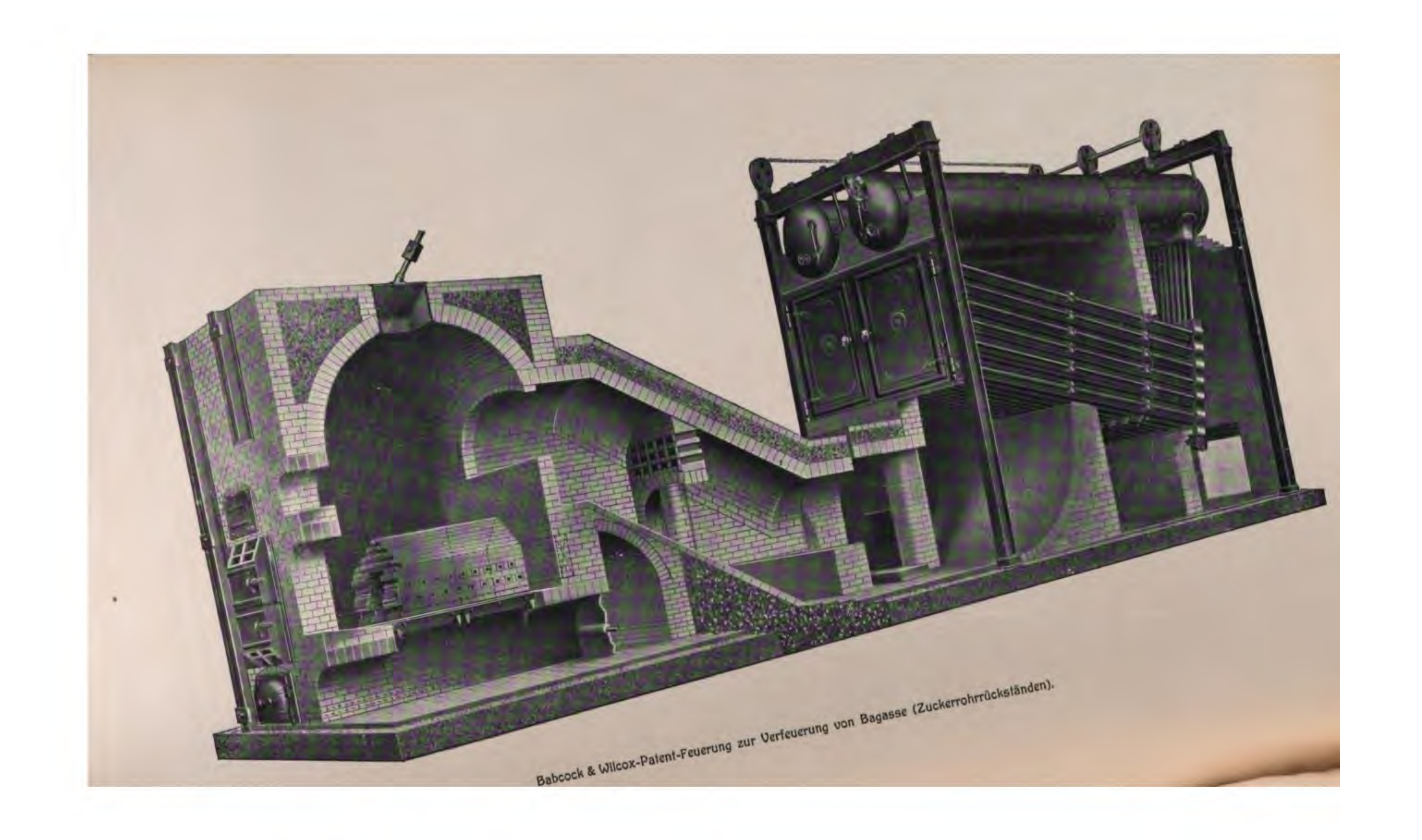
Ein anderes Brennmaterial, das viel in der Zuckerindustrie Verwendung findet, ist der Zuckerrohrrückstand **„Bagasse oder Megasse"**. Für Verbrennung dieses Materials sind eine ganz beträchtliche Anzahl von Feuerungen konstruiert worden, mit größerem oder geringerem Erfolge, der davon abhängt, mit welcher Vollkommenheit die einzelnen Details durchgearbeitet sind. Fast alle basieren auf dem Prinzip, daß ein gemauerter Feuerungsraum dadurch, daß er die Wärme zurückstrahlt, die Art der Verbrennung vervollkommnet, und daß er groß genug ist, große Mengen des Feuerungsmaterials fortwährend brennend zu erhalten.

Das beste Feuerungsmaterial ist **Roh-Petroleum.** Sein Heizwert übersteigt 10000 Kalorien; es kann ohne viele Schwierigkeiten fast in jeder Feuerungsanlage verfeuert werden. Die erreichbaren Resultate sind nur von der Konstruktion der verwendeten Brenner abhängig, deren Zweckmäßigkeit wiederum in der Einrichtung zur Zerstäubung des Öls basiert. Bei genügend großer Verbrennungskammer, Luftzufuhr und guter Zerstäubung verbrennt das Petroleum rauchlos und setzt sich nicht als Schlamm auf der Kesselheizfläche ab.

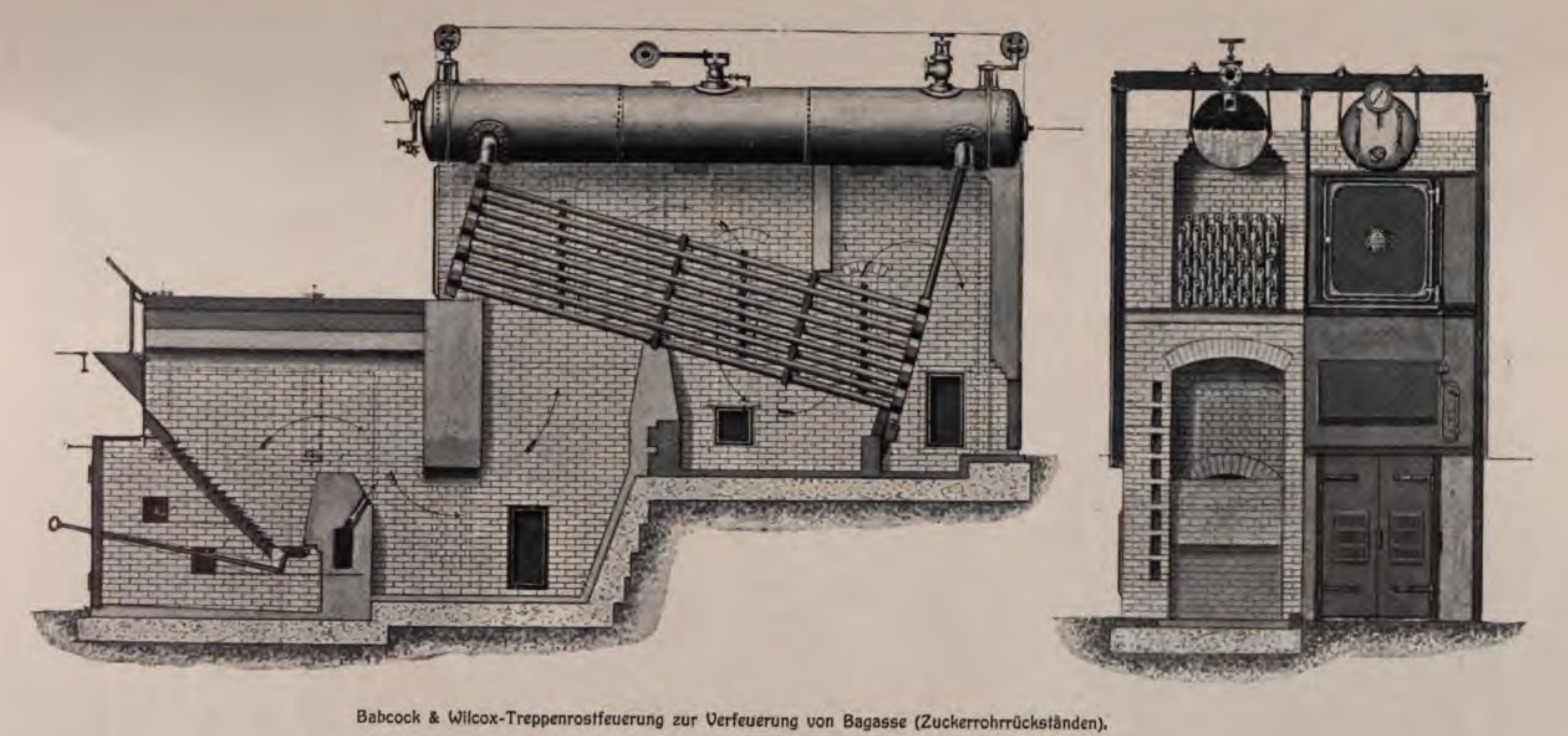
Die Anzahl der Brenner für eine gegebene Kesselgröße variiert naturgemäß nach der Konstruktion derselben.

DIE TEMPERATUR DES FEUERS.

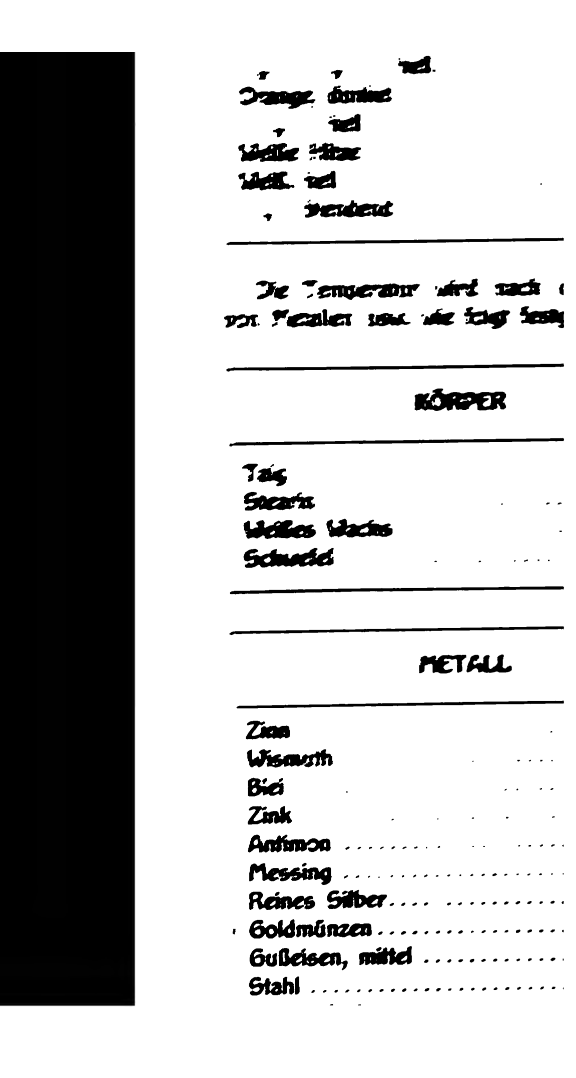
Aus der Tabelle der Brennstoffe ersieht man, daß die Temperatur des Feuers unter denselben Bedingungen beinahe die gleiche für alle Sorten Brennstoffe ist. Wenn die Temperatur bekannt ist, kann man die



Babcock & Wilcox-Patent-Feuerung zur Verfeuerung von Bagasse (Zuckerrohrrückständen).



Babcock & Wilcox-Treppenrostfeuerung zur Verfeuerung von Bagasse (Zuckerrohrrückständen).



[illegible] rot.
Orange, dunkel
[illegible] rot
Weiße Hitze
Weiß [illegible]
[illegible] blendend

Die Temperatur wird nach [illegible]
von Metallen usw. wie folgt festg[illegible]

KÖRPER

Talg
Stearin
Weißes Wachs
Schwefel

METALL

Zinn
Wismuth
Blei
Zink
Antimon
Messing
Reines Silber
Goldmünzen
Gußeisen, mittel
Stahl



Zuckerplantage der Cultuur Maatschappij Watoetolis Poppoh in Poppoh (Java).
3 Babcock & Wilcox-Kessel von je 250 qm Heizfläche mit Treppenrosten zur Verfeuerung grüner Bagasse.

FEUERUNG ZUR VERBRENNUNG VON REISHÜLSEN.

In Gegenden, wo Reis gebaut wird, ist eine Feuerung zur Verbrennung der Reishülsen von großer Wichtigkeit. Untenstehende Illustration zeigt eine derartige Feuerung, und zwar als Treppenrost mit darüberliegendem Beschickungstrichter angeordnet. Es werden aber auch runde Feuerungen mit kegelförmigen Rosten angewendet.

Babcock & Wilcox-Feuerung zur Verfeuerung von Reishülsen.

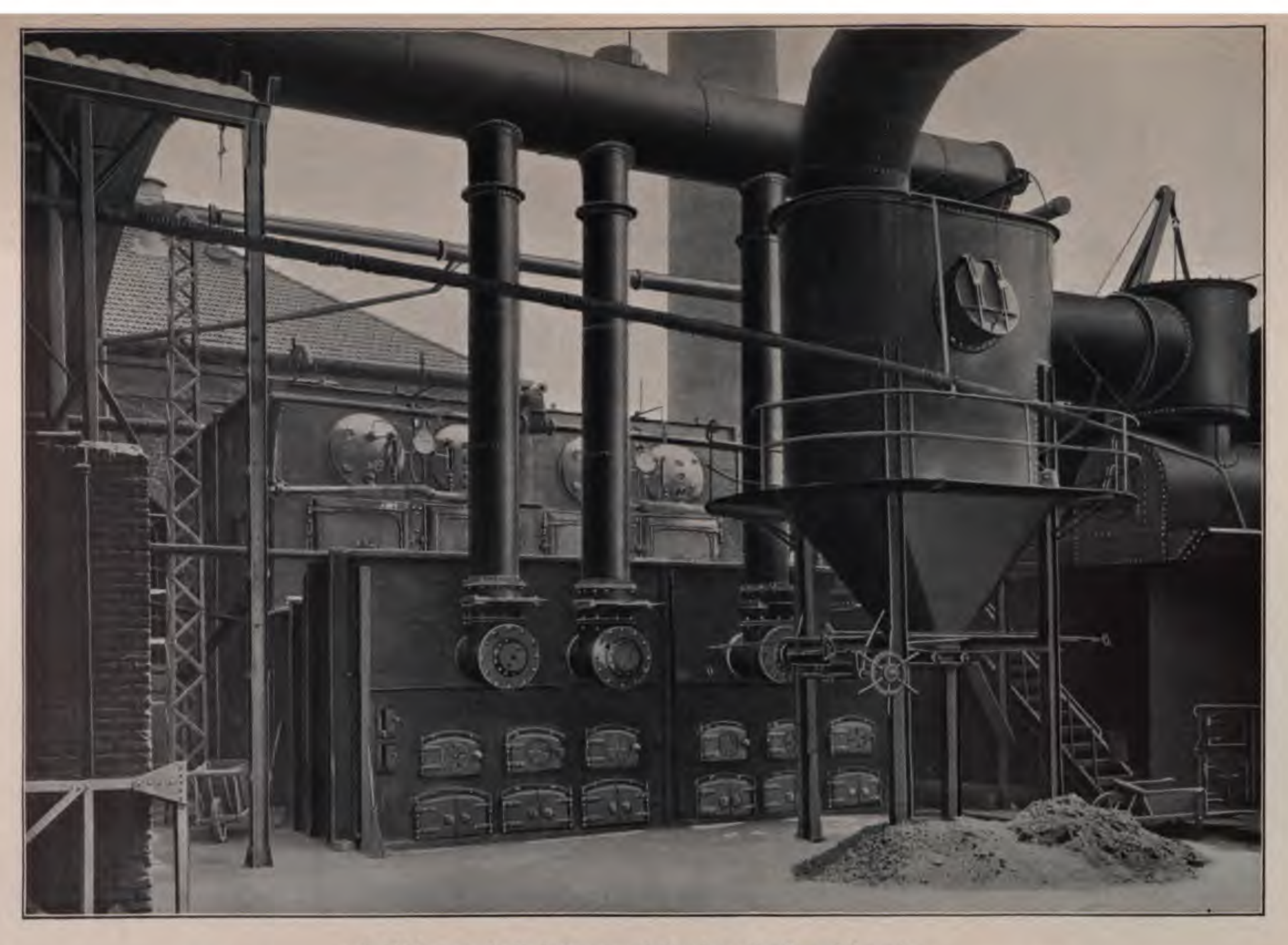
DAMPFKESSEL AUF HÜTTENWERKEN.

Wegen der außerordentlich intensiven und in ziemlich bedeutenden Temperaturgrenzen schwankenden Hitze, die durch die Verbrennung der von den Hochöfen abziehenden Gase erzeugt und mit welcher die Kessel auf Hüttenwerken zum Teil beheizt werden, sind die Anforderungen, die an einen solchen Kessel gestellt werden, bedeutend größer als in irgendeinem anderen Betriebe, mit Ausnahme vielleicht auf einer Zuckerplantage. Die Kessel auf Hüttenwerken werden häufig plötzlich außerordentlich forciert, um kurze Zeit darauf nur sehr wenig beansprucht zu werden. Diese so sehr und in kurzen Intervallen wechselnde Beanspruchung erfordert eine vollkommene Elastizität des Kessels; starre Systeme sind hinter Hoch-, Schweiß- und Puddelöfen nicht zu verwenden. Eine weitere Erschwerung der Inbetriebhaltung solcher Kessel besteht darin, daß die Direktion so manchen Hüttenwerks der Kesselanlage wenig Aufmerksamkeit schenkt und die größtenteils ungeschulten Arbeiter zu wenig der Kontrolle unterstehen. Sehr häufig sind die Kesselanlagen auf Hüttenwerken der Sparsamkeit wegen zu gering dimensioniert, — das erforderliche Dampfquantum steht nicht im richtigen Verhältnis zur Kesselheizfläche, — so daß die Kessel häufig derart forciert werden, daß nach kurzer Zeit, durch das übermäßige Beheizen, eine Zerstörung der Heizfläche stattfindet.

Eine langjährige Erfahrung mit den Babcock & Wilcox-Kesseln auf Hüttenwerken in Verbindung mit Schweiß-, Puddel- und Hochöfen unter den verschiedensten Bedingungen beweist, daß diese Kessel für diese Zwecke außerordentlich geeignet, ja unübertroffen sind.

Die Babcock & Wilcox-Kessel bieten für den Hüttenbetrieb die Vorteile großer Sicherheit und Sparsamkeit. Die intensive Hitze der abgehenden Gase eines Puddelofens wirkt mit der Zeit zerstörend auf dicke Platten und Nietnähte und ist daher häufig die Ursache von Explosionen in Kesseln, die mit Rücksicht auf den Dampfdruck und den Durchmesser des Kessels selbst aus starken Blechen gebaut und mit vielen Nietnähten versehen sind. Die dünnen Rohrwände und die schnelle Zirkulation in den Babcock & Wilcox-Kesseln schützen dieselben vor Beschädigung durch die hohe Temperatur, und die Teilung der Heizfläche bewirkt eine vollständigere Aufnahme der überschüssigen Wärme. Durch das eventuelle Durchbrennen eines Rohres kann niemals eine gefährliche Explosion vorkommen.

Bei Puddel- und Schweißöfen geschieht die Aufstellung des Kessels teils über, teils hinter und auch neben denselben. Die Zuführung der Gase von einem Hochofen zu den Kesseln geschieht meistens durch eine reichlich dimensionierte schmiedeeiserne Rohrleitung, welche in der Verbrennungskammer mündet. Ein Vorteil unseres Kessels besteht darin, daß besonders bei doppelten Puddel- und großen Schweißöfen viel mehr Heizfläche über dem Ofen angebracht werden kann als mit gewöhnlichen Walzenkesseln, woraus eine größere Ausnutzung der Gase und geringere Aufstellungskosten entstehen.



Société Anonyme des Hauts-Fourneaux de Rumelange, Rumelingen in Luxemburg.
2 Babcock & Wilcox-Patentwasserrohrdampfkessel von je 300 qm Heizfläche, beheizt mit abziehenden Gasen von Hochöfen.

Auf den Mossbay-Eisenwerken in Cumberland, den Seaton Carew-Hüttenwerken, Stockton, den Carlton-Hüttenwerken in Stockton, den Hüttenwerken in Differdingen, Luxemburg, den Moselhüttenwerken in Maizières, auf der Union Dortmund, den Hochofenwerken Deutsch-Oth, Kneuttingen, Fentsch und an anderen Orten werden unsere Kessel mit großem Erfolg durch die abgehenden Hochofengase beheizt. Die Verbrennung der Gase ist eine vollständige, die Kessel erzeugen pro Quadratmeter Heizfläche mehr Dampf als unter gewöhnlichen Umständen, und der mitgerissene Staub verursacht keine Störungen im Betrieb. Der Direktor des Lucy-Furnace stellt unseren Kesseln folgendes Zeugnis aus:

„Die Kessel erzeugen viel Dampf, sind leicht zu reinigen und verrichten mehr Arbeit mit viel weniger Gas als unsere Walzen- oder Zweiflammrohrkessel. Dieselben haben an Reparaturen nichts gekostet.“

Auf Walzwerken, die schwere und unregelmäßige Arbeit verrichten, haben die Babcock & Wilcox-Kessel ebenfalls großen Erfolg gehabt, und auf vielen Bessemer Stahlwerken liefern sie den Dampf für Reversiermaschinen, welche Stahlblöcke auf einem Blockwalzwerk auswalzen, während mehrere große Anlagen die erforderliche Kraft zum Walzen von Stab- und Rundeisen, Schienen und Trägern und zum Drahtziehen liefern. Die Namen mancher bedeutenden Hüttenwerke, die seit Jahren große Anlagen unserer Kessel besitzen, befinden sich in der Referenzliste; besonders erwähnen möchten wir hier die Dortmunder Union, die vier à 325 qm mit Hochofengasen beheizte Babcock & Wilcox-Kessel zum Betriebe ihrer Gebläsemaschinen besitzt und durch 22 große Babcock & Wilcox-Kessel dem Stahl- und Walzwerk den erforderlichen Dampf liefert. (Siehe Abbildungen Seite 85, 87, 89, 91, 94, 95).

DAMPFKESSEL IN MÜLLVERBRENNUNGSANLAGEN.

Die Beseitigung des Stadtmülls durch Verbrennung ist eine Sache von größter hygienischer Wichtigkeit und hat in den letzten Jahren zur Errichtung einer großen Anzahl Müllverbrennungsanlagen geführt. Obwohl der Hauptzweck dieser Anlagen die Vernichtung des Mülls ist, hat doch die Verwendung der erzeugten Wärme zur Dampferzeugung große Aufmerksamkeit erregt und ist auch in sehr vielen Fällen praktisch durchgeführt worden.

Mit einem passenden Dampfkessel kann man auf diese Weise eine ziemlich gleichmäßige Dampferzeugung erzielen und den Dampf zum Antrieb der verschiedensten Maschinen verwenden, wobei natürlich jedes andere Brennmaterial in Fortfall kommt.

In den allgemein in Anwendung befindlichen Müllverbrennungsanlagen treten die Verbrennungsgase entweder von vorne oder durch die beiden Seitenwände des Kessels etwas oberhalb des normalen Planrostes ein, wobei man, wenn erforderlich, noch ein kleines Handfeuer auf dem Planrost unterhalten kann, was insbesondere bei Anlagen für die Erzeugung elektrischen Stromes von großer Wichtigkeit ist.

Der Babcock-Kessel bietet gegenüber den Großwasserraumkesseln ganz bedeutende Vorteile in bezug auf die Verwendung von Abgasen der Müllverbrennungsöfen. Nicht allein, daß im Babcock-Kessel die Ausnutzung eine bessere ist, dadurch, daß der größte Teil der Heizfläche direkt über dem Eintritt der Verbrennungsgase liegt, sondern man ist auch in der Lage, eine bedeutend größere Leistungsfähigkeit in einem gegebenen Raum unterzubringen. Die Züge sind so angeordnet, daß die Gase sofort nach ihrem Eintritt in den Kessel einen großen Teil der Heizfläche desselben umstreichen, was ohne Zweifel der einzige Weg ist, um die Gase richtig auszunutzen.

Ein auf dem Gebiete der Müllverbrennung sehr bewanderter Fachmann drückte sich über die Ausnutzung der Abgase von Müllverbrennungsöfen in folgenden kurzen Worten aus:

„Die Staubablagerungen bei mit Abgasen von Müllverbrennungsöfen beheizten Dampfkesseln, die sich auf der Heizfläche der Kessel absetzen, reduzieren die Verdampfungsfähigkeit sehr bedeutend, und diese Ablagerungen können bei Flammrohrkesseln ohne größere Betriebsunterbrechung nicht entfernt werden, während die Heizfläche der Wasserrohrkessel je nach Bedarf mittelst Dampfstrahl abgeblasen werden kann, ohne daß eine Störung des Kesselbetriebs eintritt.“

Die in dieser Hinsicht bei Verwendung des Babcockkessels gebotenen Vorteile sind besonders hervorragend, denn alle Teile der Heizfläche sind leicht zugänglich, da in den Seitenwänden der Kessel Reinigungstüren an verschiedenen Stellen angebracht sind, in die man das Rußblaserohr einführt.

Die allgemeine Brauchbarkeit des Babcock & Wilcox-Kessels geht allein schon daraus hervor, daß er bisher in über 120 Müllverbrennungsanlagen der verschiedensten Länder Aufstellung gefunden hat.

GEWICHT UND VOLUMEN DER LUFT.

Bezeichnet für einen bestimmten Zustand der Luft p den Druck in Kilogr.-Quadratmetern (spezif. Spannung), v das Volumen von 1 kg Luft in Kubikmetern (spezif. Volumen), $\gamma = \frac{1}{v}$ das Gewicht von 1 cbm Luft in Kilogramm (Dichtigkeit), t die Temperatur, $T = a + t$ die absolute Temperatur, wobei $\frac{1}{a} = \alpha$ der Ausdehnungskoeffizient der Luft $= 0{,}003665$ ist, sind ferner p_0 v_0 γ_0 t_0 T_0 die Werte von p, v, γ, t, T für einen beliebigen anderen Zustand der Luft, so ist



Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein, Osnabrück.
Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel über einem Wärmeofen und beheizt mit dessen Abgasen.

$$\frac{p \cdot v}{p_0 \, v_0} = \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t_0} = \frac{\frac{1}{\alpha} + t}{\frac{1}{\alpha} + t_0} =$$

$$\frac{\alpha + t}{\alpha + t_0} = \frac{T}{T_0},$$

mithin $\frac{p \cdot v}{T} = \frac{p_0 \, v_0}{T_0}$ = const. = R, also: $p \, v = R \, T = \frac{p}{\gamma}$ γ das Gewicht der trockenen Luft bei 0° und 760 mm Quecksilbersäule beträgt nach Regnault 1,293 kg/cbm, und hiernach berechnet sich die Konstante R zu 29,27 mkg/kg. Ist also der spezif. Druck p und die Temperatur t bekannt, so ergibt sich das Gewicht eines Kubikmeters Luft zu

$$\gamma = \frac{p}{R \, T} = \frac{p}{R \, (273 + t)}$$

wenn p in Kilogramm pro Quadratmeter gegeben ist.

Das Gewicht G in Kilogramm von V cbm Luft von t^0 ist daher $G = 0{,}034166 \, \frac{p \cdot V}{273 + t}$

Ist hierbei $p = 10000$ kg/qm = 1 (neue) Atmosphäre, so ist $G = \frac{1{,}2515}{1 + \alpha t} \, V$.

Dieselben Formeln gelten für andere Gase, wenn man die betreffenden Konstanten z. B. für mittelfeuchte Luft $R = 29.4$, Sauerstoff $R = 26{,}47$, Wasserstoff = 422,59 usw. einsetzt.

SCHORNSTEINE.

Die Schornsteine dienen zweierlei Zwecken: 1. führen sie die Verbrennungsprodukte ab; 2. erzeugen sie einen Zug und erleichtern dadurch die Verbrennung. Der erste Zweck verlangt Querschnitt und der zweite Höhe.

Jedes Kilogramm verbrannter Kohle ergibt 13 bis 30 kg Gas, dessen Volumen je nach der Temperatur wechselt.

Das Gewicht des Gases, das in einer bestimmten Zeit von einem Schornstein abgeführt wird, hängt von dreierlei Faktoren ab: Querschnitt des Schornsteins, Abflußgeschwindigkeit und spezifisches Gewicht des Gases. Da das spezifische Gewicht jedoch in direktem Verhältnis zur absoluten Temperatur abnimmt, während die Geschwindigkeit bei einer gegebenen Höhe beinahe wie die Quadratwurzel der Temperatur zunimmt, so folgt, daß es eine Temperatur gibt, bei welcher das Gewicht des abgeführten Gases ein Maximum erreicht. Diese liegt ca. 300° über der Temperatur der umgebenden Luft. Die Temperatur macht jedoch so wenig aus, daß bei 300° die Menge nur vier Prozent größer ist als bei 167°. Daher sind Höhe und Querschnitt die einzigen Faktoren, die man bei einem gewöhnlichen Schornstein zu berücksichtigen hat.

Die Zugstärke ist jedoch unabhängig von dem Querschnitt; sie richtet sich nach dem Gewichtsunterschied zwischen der äußern und innern Luftsäule, welcher gewöhnlich durch die Höhe einer gleichwertigen Wassersäule ausgedrückt wird und von 0 bis 50 mm variiert.

Die notwendige Zugstärke variiert mit der Art und Beschaffenheit des Brennstoffs und der Stärke des Feuers. Holz hat den wenigsten Zug nötig und kleine Kohlen oder Grus den meisten. Um Anthrazitgrus vorteilhaft zu verbrennen, braucht man einen Zug von 32 mm Wassersäule, den man mit einem gut proportionierten Schornstein von 53 m Höhe erreicht.

In der Regel kann man keine geringere Höhe als 30 m für einen Schornstein empfehlen, da geringwertige Brennstoffe nicht vorteilhaft mit einem niedrigeren Schornstein verbrannt werden können. Ein runder Schornstein ist besser als ein viereckiger und eine gerade Bohrung besser als eine konische, obgleich dieselbe ohne Nachteil oben weiter oder enger sein kann. Professor von Reiche gibt als unterste Grenze der Schornsteinhöhe 16 m an. Dient für mehrere Dampfkesselfeuerungen ein gemeinschaftlicher Schornstein, so muß dessen oberer lichter Querschnitt gleich der Summe der für die einzelnen Feuerungen erforderlichen Schornsteinquerschnitte sein, und seine Höhe muß gleich sein der des höchsten Schornsteins, der sich für eine der Einzelfeuerungen ergeben würde.

Der effektive Querschnitt eines Schornsteins für eine gegebene Leistung variiert im umgekehrten Verhältnis zur Quadratwurzel der Höhe. Der wirkliche Querschnitt sollte wegen der Hemmung der Geschwindigkeit durch die Reibung gegen die Umfassungsmauern in der Praxis größer sein. Angenommen, daß diese Hemmung gleich einer Luftschicht von 5 cm über der ganzen innern Fläche ist und daß eine Pferdekraft durchschnittlich die Verbrennung von 2,27 kg Kohle pro Stunde erfordert, erhalten wir folgende Formeln:

$$E = \frac{0{,}0146 \, H}{\sqrt{h}} = A - 0{,}175 \sqrt{A} \quad . \; 1$$

$$H = \frac{E \sqrt{h}}{0{,}0146} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 2$$

$$S = \sqrt{E} + 0{,}100 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 3$$

$$D = 1{,}13 \sqrt{E} + 0{,}100 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; 4$$

$$h = \left(\frac{0{,}0146 \, H}{E} \right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 5$$

worin E = effektiver Querschnitt in Quadratmeter, h = Höhe des Schornsteins in Meter, H = Heizfläche des Kessels in Quadratmeter, A = wirklicher Querschnitt in Quadratmeter, S = Seite des quadratischen Schornsteins und D = Durchmesser des runden Schornsteins in Meter.



[illegible] de Tab[illegible]lle ist mittels dieser Formel [illegible]echnet. Um die Zugkraft eines gegebenen Schorn[illegible]ns in Millimeter Wassersäule zu finden, kann man folgende Formel verwenden:

$$h = H\left(\frac{341}{\tau_a} - \frac{341}{\tau_s}\right)$$

worin h = Höhe der Wassersäule in Millimeter, H = Höhe des Schornsteins in Meter, τ_a = absolute Temperatur der äußern Luft und τ_s = absolute Temperatur der Gase im Schornstein in Graden Celsius. Die Höhe eines Schornsteins, der eine gegebene Zugstärke erzeugen soll,

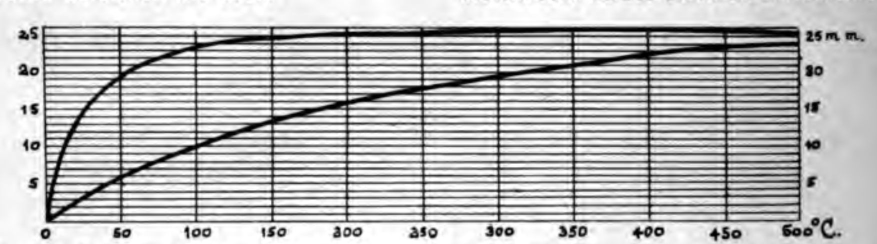
$$H = \frac{h}{\frac{341}{\tau_a} - \frac{341}{\tau_s}}$$

erhält man aus obiger Formel, worin die Zeichen dieselben Größen darstellen wie oben.

Meter. Dies ergibt das Maximum. Die Reibungswiderstände verringern dasselbe bedeutend, bis zu 18%.

Um annähernd die Zugstärke eines gegebenen Schornsteins zu berechnen, wobei die innere Luftsäule zu 250° C. und die äußere Luft zu 0° C. angenommen wird, multipliziert man die Höhe des Schornsteins über dem Rost in Meter mit 0,6, und das Produkt gibt die Zugstärke in Millimeter Wassersäule.

Nachstehendes Diagramm zeigt die Zugstärke in Millimeter Wassersäule für einen 30 m hohen Schornstein bei verschiedenen Temperaturunterschieden von 40° bis 500° C. über der äußern Luft-Temperatur, welch letztere zu 0° C. angenommen wird. Die senkrechte Skala ist in natürlicher Größe gegeben, und jede Einteilung bedeutet 1 mm Wassersäule. Man ersieht auch daraus die relativen Gewichte in Kilogramm



Um das Gewicht der Luft, die durch einen gegebenen Schornstein entweichen kann, in Kilogramm pro Stunde zu bestimmen, multipliziert man die Zugstärke in Millimeter mit dem 340 fachen effektiven Querschnitt in Quadratmeter und mit der Quadratwurzel der Höhe in Luft, die in derselben Zeit mit denselben Temperaturunterschieden durch einen Schornstein ausströmen. Es ist klar, daß in der Praxis nichts dadurch zu gewinnen ist, wenn man die Temperatur der Schornsteingase über 200° C. läßt.

SCHORNSTEIN-DIMENSIONEN UND DAZU PASSENDE KESSELHEIZFLÄCHEN IN QUADRATMETERN.

Folgende Tabelle ist vermittels der auf Seite 88 gegebenen Formeln berechnet worden und wird sich zum Nachschlagen nützlich erweisen.

Schornstein-Durchmesser in Metern	Höhe des Schornsteins in Metern											Effektiver Querschnitt in Quadratmetern	Wirklicher Querschnitt in Quadratmetern	Seite des Quadrats vom gleichen Querschnitt in Metern, ca.
	15	17.5	20	25	30	35	40	45	50	55	60			
	Quadratmeter Kesselheizfläche													
0.45	24	26	27									0.09	0.16	0.40
0.50	32	35	37									0.12	0.19	0.43
0.55	43	46	49	55								0.16	0.23	0.48
0.60	50	55	58	64								0.19	0.28	0.53
0.65	61	66	71	77	86							0.23	0.33	0.57
0.70		80	86	96	105							0.28	0.38	0.61
0,75		95	102	114	124	134						0.33	0.44	0.66
0,80			116	130	142	154						0.38	0.50	0.70
0.85			132	150	165	178	190					0.44	0.56	0.75
0.90				170	187	202	215	240				0.50	0.63	0.80
1.00				193	210	228	240	258	273			0.56	0.78	0.88
1.10				267	292	317	340	360	380	397		0.78	0.95	0.97
1.20					355	385	410	435	460	483	505	0.95	1.13	1.06
1.30					420	455	487	517	550	570	600	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.40						530	570	605	640	670	700	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.50						625	670	710	750	785	820	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.00						1150	1230	1300	1380	1420	150[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.50						1830	1980	2080	2200	2300	240[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]



Georgs-M[illegible]- und Hüttenverein, Stahlwerk Osnabrück.
Babcock & [illegible]-K[illegible] [illegible] [illegible]rmöfen für große Schmiedestücke.

Für gemauerte Schornsteine sei der untere lichte Durchmesser:

$$d_1 = d + 0{,}016\,h \text{ bis } d + 0{,}02\,h;$$

falls die Standfähigkeit dann nicht genügt, vergrößere man d_1 ensprechend, unter Beibehaltung sämtlicher Wandstärken.

Schornsteine, die ohne Gerüst (von innen) gebaut werden, sollen oben mindestens $d = 0{,}6$ m lichte Weite haben. Die obere Wandstärke sei gleich 12,5 cm für $d < 1$ m, 15 cm für $d > 1$ m, 20 cm für $d > 1{,}5$ m und 25 cm für $d > 2$ m.

sich ...
um $^1/_3$ geringer als ...
runder Schornsteine erfolgt am ...
Spezialisten.

EISERNE SCHORNSTEINE.

An vielen Orten, besonders auf Hüttenwerken, schlechtem Baugrunde, beschränkter Bauzeit ... vorübergehender Anlage zieht man eiserne Sch... steine den gemauerten vor. Dieselben erhalten k...



Schmiedeeiserner Schornstein, 125 Fuß hoch.

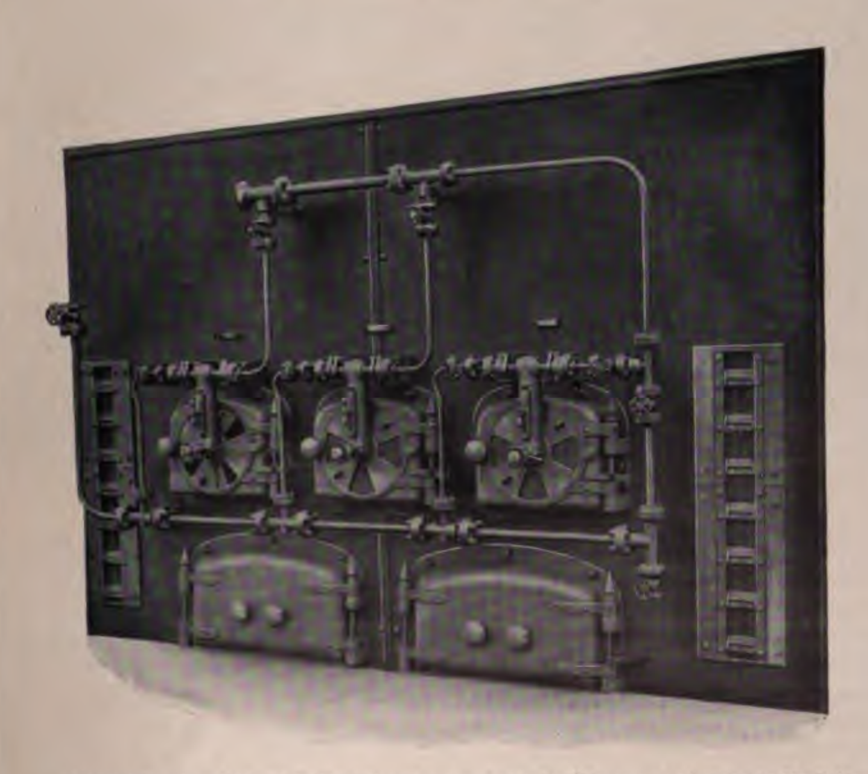
Die Wandstärke nimmt nach unten bei Verwendung von Formsteinen meistens alle 5 m um 5 cm zu; bei Normalziegeln (25, 12, 6,5 cm) wählt man die Etagenhöhe gleich 6 bis 8 m und die Zunahme der Wandstärke gleich je $^1/_2$ St.

Durchlöcherte, unporige, 9 cm dicke Radial-Form... (mit $K > 400$ kgqcm), in Zementmörtel verlegt, ...steine am geeignetsten; die ent... das Mauerwerk in

förmige Schüsse, der obere Schuß g... unteren. Blechdicke sei $= 0{,}00025\,h$ ... mit dem größer werdenden h (in m) ... unten, und zwar in Abstufungen ... gewöhnlich macht man den obersten ... und den untersten 6 bis 8 mm stark... messer und Höhe des Schornstein... derselben, verglichen mit dem Nu... Schornsteins derselben Dimension...

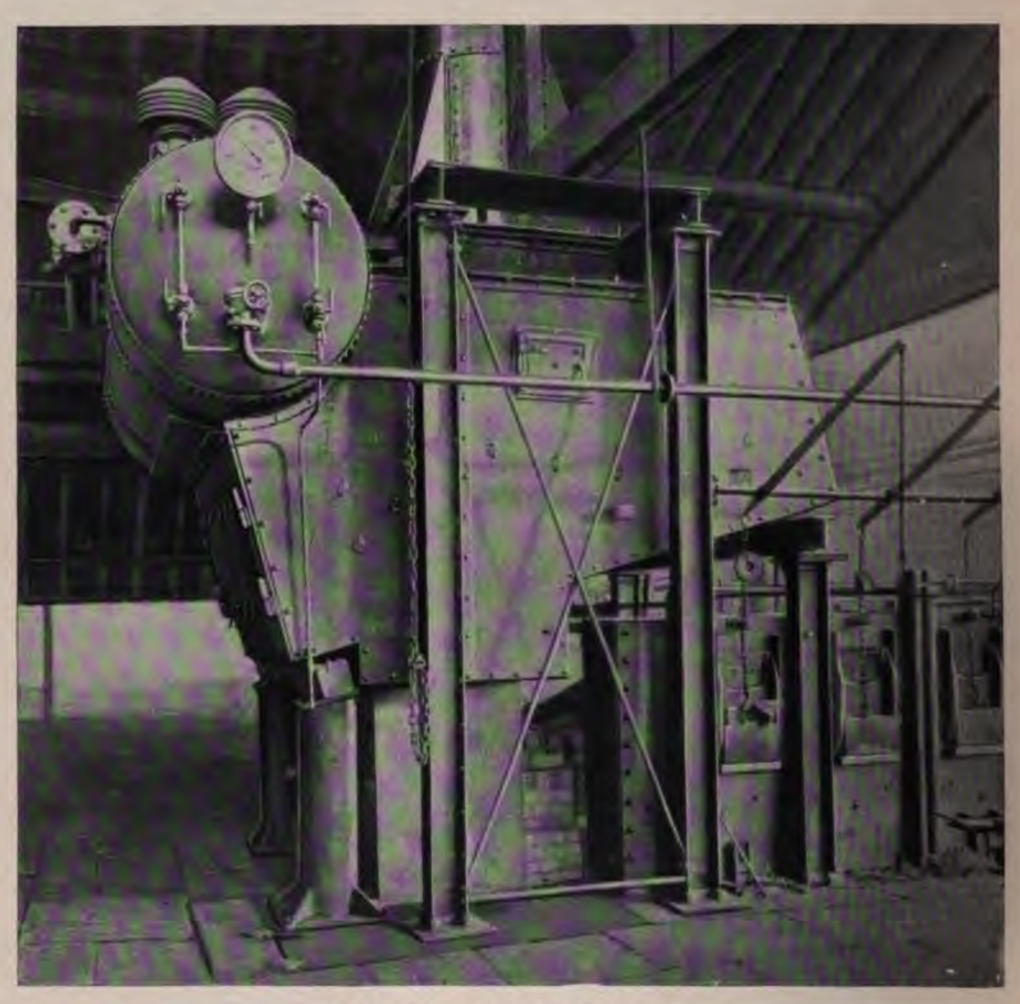


Seitenansicht mit beseitigtem Mauerwerk.



Vorderfront eines Babcock & Wilcox-Kessels, eingerichtet für Ölfeuerung und alternativ für Kohle.

weil kein Durchdringen von Luft stattfindet wie bei den gemauerten. Sie werden in der ganzen Höhe mit Ziegeln ausgefüttert und vermittelst einer Fundamentplatte solid verankert, so daß keine Zugketten notwendig sind; sie wären jedoch schon durch ihr Eigengewicht stabil genug. Der Anstrich — Teer oder Mennige — eiserner Schornsteine muß, um Rost zu verhüten, in gutem Zustande gehalten werden und ist längstens alle zwei Jahre zu erneuern. Eine an



Babcock & Wilcox-Kessel über Wärmöfen.

der Mündung befestigte Seil- oder Kettenrolle ermöglicht Anstrich und Ausbesserungen. Sie werden gewöhnlich durch Zugketten oder Drahtseile an bestehenden Gebäuden etc. befestigt, wenn sie nicht durch Fundamentanker gehalten werden. Die Befestigung durch Zugketten geschieht mittelst vier Ketten an einem Winkeleisenring, die auf $^2/_3$-Höhe des Schornsteins in derselben horizontalen Entfernung befestigt sind. Die Stabilität oder die Eigenschaft, die dem stärksten Winddruck widersteht, verlangt ein bestimmtes

Verhältnis zwischen Gewicht, Höhe, Breite am Sock und Längenschnittfläche des Schornsteins. Dieses Ve hältnis wird durch folgende Gleichung ausgedrück

$$W = C \frac{d\,h^2}{b}$$

worin d = der mittleren Breite des Schornstein b = der Breite am Sockel und h = der Höhe, sämtli in Metern, W = Gewicht des Schornsteins in Kilogram entspricht und C ein Koeffizient des Winddrucks is

der sich mit dem Querschnitt des Schornsteins verändert und für einen quadratischen 274, für einen achteckigen 171 und für einen runden Schornstein 137 beträgt. Zum Beispiel müßte ein quadratischer Schornstein von 2,5 m mittlerer Breite, 3 m Sockelbreit und 30 m Höhe ein Gewicht von

$$\frac{274 \times 2{,}5 \times 30^2}{3} = 205\,500 \text{ kg}$$

haben, um jedem Sturm widerstehen zu könne Ziegelmauerwerk wiegt 1600 bis 2000 kg pro Kubikmete

n quadratischer Schornstein müßte daher durch-
hnittlich 33 cm Wandstärke haben, um sicher zu
ehen. Ein runder Schornstein darf halb so viel
egen oder eine geringere Sockelbreite haben.

DIE EIGENSCHAFTEN DES GESÄTTIGTEN DAMPFES.

Wasser ist in drei Aggregatzuständen bekannt: Eis, asser und Dampf. Das Eis schmilzt bei Wärme-fuhr und wird bei 0° C. zu Wasser. Bei weiterer ärmezufuhr steigt die Temperatur weiter, und zwar s zum Verdampfungspunkte um je 1° für jede alorie, die dem Wasser pro Kilogramm zugeführt rd, und zwar ohne Änderung des Aggregatzustandes. ese Wärmemenge in WE/kg, welcher 1 kg Flüssigkeit 'asser) zugeführt werden muß, um deren Temperatur n 0° auf 1° zu erhöhen, heißt Flüssigkeitswärme. r Siedepunkt (100° C. unter atmosphärischem Druck) höht sich unter verstärktem Druck, jedoch im um-kehrten Verhältnis, d. h. je höher der Druck, desto edriger der Siedepunkt (Papinscher Topf). Vom nosphärischen Druck ab gerechnet erfordert z. B.



Babcock & Wilcox-Kessel befeuert mit den abziehenden Gasen eines Nietwärmofens.

e Erhöhung des Druckes um 1 Atmosphäre 21,5°, ihrend eine Erhöhung von 10 auf 11 Atm. nur 4° dingt usw.

Nachstehende Tabelle gibt die Eigenschaften des npfes unter verschiedenen Druckverhältnissen von Atm. bis 25 Atm. an.

Für jede Kalorie, die über den Siedepunkt zugeführt d, wird 1 kg Wasser, entgegen dem konstanten eren Drucke, in Dampf von derselben Temperatur wandelt. Die aufgenommene Wärme heißt:

Verdampfungswärme o
in WE/kg gemessen.
dampfung ist verschie
und nimmt ab bei zune
aus dieser latenten Wä
Flüssigkeitswärme ist di
Da die Gesamtwärme n



Babcock & Wilcox-Kessel,
eines

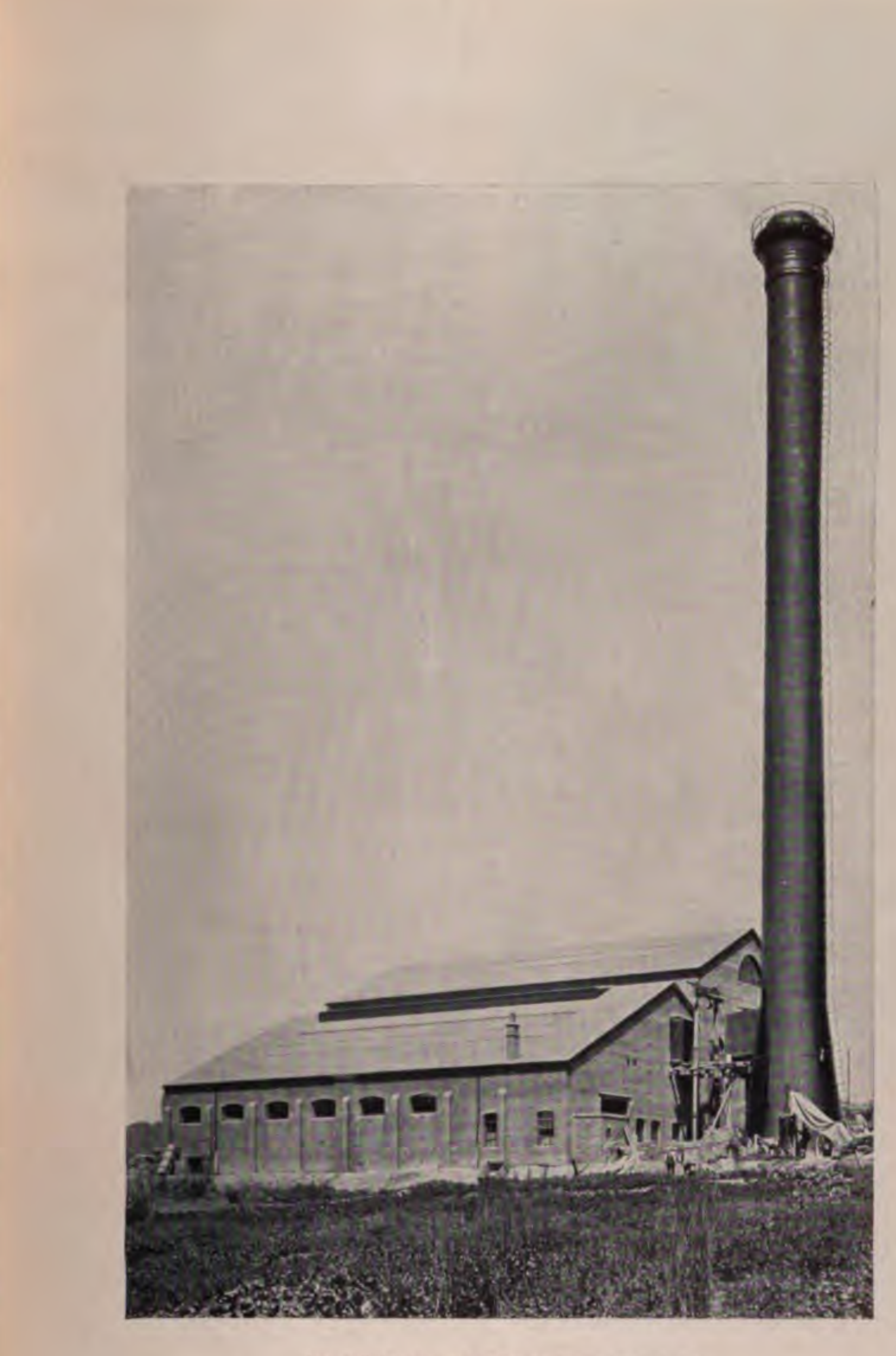
man mehr Wärme und
1 kg Dampf, je höher d

Gesättigter Dampf
minderung abgekühlt we
durch die latente Wär
ausgeglichen wird. Da
kann auch nicht über d
Temperatur erhitzt werd

Die Dichtigkeit de
1 Atmospbäre beträgt 5/8,
bis zu 2/8 der Dichtigkeit
unter dem gleichen Dru

Der Manometer-Druc
geringer als der absol
Gebrauch der Tabelle
Atmosphäre zu dem Man
Temperaturspalte gibt die
dem Thermometer und d
an. Der „Verdampfungs-
der Erzeugungskosten
Brennmaterial zu der
Vergleich zu den Ko
Druck. Um das Verdam
beliebigen Druck zu be
gegebene Verdampfung
zienten und dividiert das F
des gewünschten Druck

1.4	109.7	639.9
1.6	113.7	641.1
1.8	117.3	624.2
2.0	120.6	643.3
2.5	127.8	645.5
3.0	133.9	647.3
3.5	139.2	648.9
4.0	144.0	650.4
4.5	148.3	651.7
5.0	152.2	652.9
5.5	155.8	654.0
6.0	159.2	655.0
6.5	162.4	656.0
7.0	165.3	656.9
7.5	168.1	657.7
8.0	170.8	658.5
8.5	173.3	659.3
9.0	175.8	660.0
10.0	180.3	661.5
11.0	184.5	662.8
12.0	188.4	664.0
13.0	192.1	665.0
14.0	195.5	666.1
15.0	198.8	667.5
16.0	201.9	667.7
17.0	204.8	668.9
18.0	207.7	669.8
19.0	210.4	670.5
20.0	213.0	671.5
21.0	215.5	672.1
22.0	217.9	673.0
23.0	[illegible]	



Sich selbst stützender schmiedeeiserner Schornstein.

Jeder Grad Temperatur-Unterschied des Speisewassers bedeutet einen Unterschied von 0,00187 in der Verdampfungsziffer. Um daher die verhältnismäßige Verdampfung bei jeder andern Temperatur des Speisewassers als 100° zu berechnen, addiert man zu dem gegebenen Koeffizienten ebensovielmal 0,00187, als die Temperatur des Speisewassers in Graden Celsius unter 100° ist. Bei einem anderen, nicht in der Tabelle angegebenen Drucke kann man für die Praxis das Verhältnis des Unterschieds zwischen den zunächstliegenden Druckziffern der Tabelle nehmen.

EIGENSCHAFTEN DES WASSERS BEI VERSCHIEDENEN TEMPERATUREN.

Für reines Wasser gibt es drei bemerkenswerte Temperaturen:

1. den Gefrierpunkt im Meeresniveau 0° C.
2. den Punkt der größten Dichtigkeit 4° C.
3. den Siedepunkt im Meeresniveau 100° C.

Gewicht eines Kubikmeters Wasser bei 0° C. = 998 kg
„ „ „ „ „ 4° C. = 1000 kg
„ „ „ „ „ 100° C. = 955 kg

Meerwasser hat im Durchschnitt ein spezifisches Gewicht von 1,028, siedet bei 100,66° C., und ein Kubikmeter wiegt bei 4° C. 1028 kg.

Ein Druck von einer metrischen (neuen) Atmosphäre wird durch eine Wassersäule von 10 m Höhe ausgeübt und beträgt 1 kg pro Quadratcentimeter.

Das Maß für die alte Atmosphäre ist der Druck einer Quecksilbersäule von 760 mm, welchem der Druck einer Wassersäule von 10,333 m Höhe entspricht = 1,033 kg pro Quadratcentimeter.

Das Wasser besitzt eine größere Verschiedenheit der Lösungskraft als jede andere Flüssigkeit. Für Kochsalz ist diese fast gleich bei jeder Temperatur, während sie z. B. bei schwefelsaurer Magnesia und Natron mit der Temperatur steigt.

Wenn das Wasser gelöste Kohlensäure enthält, ist es auch ein gutes Lösungsmittel für manche Mineralien; sobald es jedoch zum Sieden gebracht wird, trennt sich die Kohlensäure in Gasform von dem Wasser, und ein großer Teil der vorher gelöst gewesenen Mineralien schlägt sich nieder.

Kalkverbindungen sind lösbarer in kaltem als in heißem Wasser und werden meistens bei 160° oder darunter niedergeschlagen. Im gefrorenen oder verdampften Zustande scheidet das Wasser fast sämtliche aufgelösten Substanzen aus.

TABELLE DER LÖSLICHKEIT DER KESSELSTEIN BILDENDEN MINERALIEN.

SUBSTANZ	Löslich in Teilen reinen Wassers bei 0° C.	Löslich in Teilen kohlensauren Wassers, kalt	Löslich in Teilen reinen Wassers bei 100° C.	Unlöslich in Wasser bei
Kohlensaurer Kalk	62 500	150	62 500	95° C.
Schwefelsaurer Kalk	500	—	460	95° „
Kohlensaure Magnesia	5 500	150	9 600	— „
Phosphorsaurer Kalk	—	1333	—	100° „
Eisenoxyd	—	-	—	100° „
Silikate	—	—	—	100° „

Mit Ausnahme des Broms und des Wasserstoffs hat das Wasser eine größere spezifische Wärme als jeder andere Körper, und seine spezifische Wärme gilt als Einheit für sämtliche Körper. Die spezifische Wärme des Wassers ist nicht konstant, sondern steigt in einem wachsenden Verhältnis mit der Temperatur, so daß, je höher die Temperatur, desto mehr Wärme erforderlich ist, um ein gegebenes Quantum Wasser um eine gegebene Temperatur zu erwärmen. Die spezifische Wärme des Eises und des Dampfes betragen 0,504 resp. 0,475 oder ungefähr die Hälfte derjenigen des Wassers.

Eine Kalorie ist die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° C. zu erhöhen.

ÜBERGERISSENES WASSER ODER NASSER DAMPF.

Ein Übelstand, der sehr häufig in Dampfkesseln vorkommt, ist das Überreißen von Wasser, das mit dem Dampf in feiner Verteilung gemischt ist. Wenn dieses Wasser in merklicher Menge vorhanden ist, bedeutet es nicht nur einen Wärmeverlust ohne nützliche Arbeit, sondern auch eine Quelle der Gefahr und des bedeutend verminderten Nutzeffektes für die Maschine. Dieser Punkt wird oft beim Entwerfen von Dampfkesseln und besonders von Sektionalkesseln übersehen. Wenn der Dampf mit einer Geschwindigkeit von mehr als 0,75 m bis 0,90 m pro Minute sich von dem Wasserspiegel trennt, reißt er Wasser mit, und ist einmal Wasser in fein verteiltem Zustande im Dampfe enthalten, so schlägt es sich nicht leicht nieder,

nicht einmal bei einem Strome von geringer Geschwindigkeit; denn eine Stromgeschwindigkeit von 0,30 m pro Sekunde genügt bereits, um Wasserkügelchen von $^1/_{40}$ mm Durchmesser mitzutragen.

Viele Dampfkessel geben eine scheinbar hohe Verdampfung infolge ihres nassen Dampfes, sind aber dadurch äußerst unökonomisch. Es wird zum Teil behauptet, eine 19- bis 20fache Verdampfung pro Kilogramm Kohle erreicht zu haben, während das höchste erreichbare Resultat in der Praxis nicht über 13 ist. Solche Kessel sind teuer zu jedem Preise.

für Walzenkessel 7,9 Prozent, und bei den Versuchen in der Jubiläums-Ausstellung ergab ein Kessel sogar 18.57 Prozent mitgerissenes Wasser.

Bei sechzehn verschiedenen Versuchen der Trockenheit des Dampfes von Babcock & Wilcox-Kesseln, durch 12 verschiedene Ingenieure ausgeführt, war der Durchschnitts-Wassergehalt des Dampfers nur 1,116 Prozent. Der höchste war 4,16 Prozent, d. h. weniger als der durch denselben Ingenieur bei großen, mäßig angestrengten Zweiflammrohr-Kesseln gefundene Prozentsatz.



Babcockwerke Oberhausen, Kesselschmiede.

Der nasse Dampf kann in unreinem Wasser, in der zu großen Quantität des Wassers oder in den unrichtigen Verhältnissen des Kessels seinen Grund haben. Wenn ein Kessel nassen Dampf von gutem Wasser und bei dem richtigen Wasserstand liefert, so ist das ein Beweis der schlechten Konstruktion.

Die mitgerissene Wassermenge weicht bei verschiedenen Kesseln stark ab, und man besitzt bis jetzt keine genügenden Daten, um ein bestimmtes Verhältnis bei gewöhnlichen Kesseln festsetzen zu können. Die Versuche des M. Hirn zu Mülhausen ergaben einen Durchschnitt von stark 5 Prozent, Zeuner gibt $7^1/_2$ bis 15 Prozent an, die genauen Versuche des American Institute im Jahre 1871 ergaben

PATENT-DAMPF-ÜBERHITZER.

(System Babcock & Wilcox.)

Unser Überhitzer besteht im wesentlichen aus schmiedeeisernen Kästen, die durch ein System U-förmig gebogener, nahtloser, schmiedeeiserner Rohre von 38 mm äußerem Durchmesser und ca. 4 mm Wandstärke miteinander verbunden sind.

Der dem Kessel entnommene Dampf wird in einen bezw. das eine Paar der Kästen geleitet, durchstreicht das Rohrsystem und wird in überhitztem Zustande dem anderen Kasten bezw. Kastenpaar entnommen.

Die Rohre sind in Gruppen zu vieren angeordnet und durch Einwalzen mit den Kästen verbunden. Vor einer jeden Rohrgruppe befindet sich in der gegen-

überliegenden Kastenwand eine verschließbare Öffnung, die die innere Revision des Überhitzers erleichtert und durch welche die Rohre ev. nachgewalzt werden können.

Gegen Überheizung (Ausglühen) wird unser Überhitzer dadurch geschützt, daß er jederzeit durch eine geeignete Rohrverbindung mit Wasser aus dem Kessel gefüllt werden kann. In das den Wasserraum des Kessels mit dem Überhitzer verbindende Rohr ist ein Dreiweghahn eingeschaltet, durch dessen Stellung der Überhitzer entweder mit Wasser gefüllt oder ausgeblasen werden kann. Durch die dritte Stellung des Hahnes wird der Dampfraum des Kessels mit dem Überhitzer verbunden, und diese Stellung muß der Hahn einnehmen, wenn der Kessel überhitzten Dampf liefern soll.

Das im Kessel enthaltene Wasser, welches die der Dampfspannung entsprechende Temperatur angenommen und somit bereits alle Kesselstein bildenden Salze etc. abgesetzt hat, wird naturgemäß den aus ihm entwickelten Dampf rein nach dem Überhitzer leiten, und es ist daher ein Absetzen von Kesselstein in demselben nicht zu befürchten.

Unsere Überhitzer werden mit einem Thermometer ausgerüstet, welcher die Temperatur des aus denselben austretenden überhitzten Dampfes festzustellen ermöglicht.

Die Anordnung unserer Überhitzer kann derart getroffen werden, daß der Hauptdampfleitung sowohl nur überhitzter oder gesättigter als auch zwischen den Temperaturen beider beliebig überhitzter Dampf zugeführt werden kann.

Die Vorteile der Verwendung überhitzten Dampfes kommen beim Dampfmaschinenbetriebe in einem wesentlichen Minderverbrauch an Dampf zum Ausdruck, der vorzüglicherweise darin begründet ist, daß:

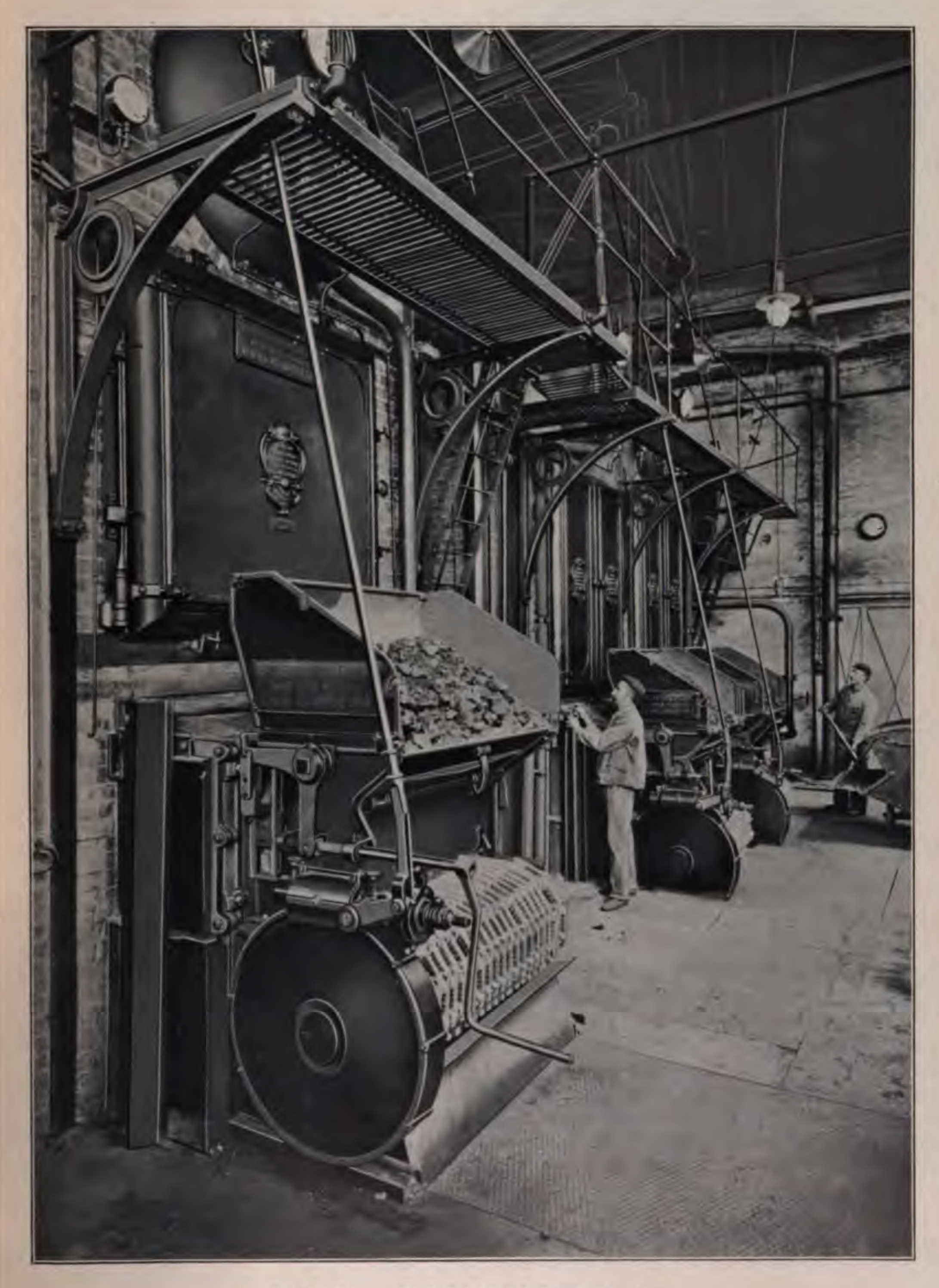
1. der überhitzte Dampf, ohne einen Spannungsabfall zu erleiden, in den Zylinder der Dampfmaschine tritt, der mittlere Druck auf den Kolben also größer wird, und daher bei gleicher Leistung der Maschine mit kleinerer Füllung gearbeitet werden kann;
2. der überhitzte Dampf bei gleichem Füllungsgrade eine größere Expansivkraft als der gesättigte Dampf entwickelt, weil er sich, solange er im überhitzten Zustande verbleibt, während der Expansion im Dampfmaschinen-Zylinder nicht, wie jener, kondensiert;
3. der überhitzte Dampf in den Zylindern ohne Dampfmantel eine Erhöhung der mittleren Temperatur der Zylinderwand bewirkt, wodurch der Niederschlag während der Füllung vermindert und das Nachdampfen beschleunigt wird;
4. alle Kondensationsverluste in den Dampfzuleitungen vermieden werden.

Auch für alle anderen Betriebe, in denen Dampf zum Kochen, Anwärmen etc. verwendet wird, ist die Überhitzung des Dampfes mit Vorteilen verbunden.

Unsere Überhitzer lassen sich für jedes Kesselsystem verwenden; in den meisten Fällen ist eine



Babcockwerke Oberhausen. Versandbereite Dampf-Überhitzer.

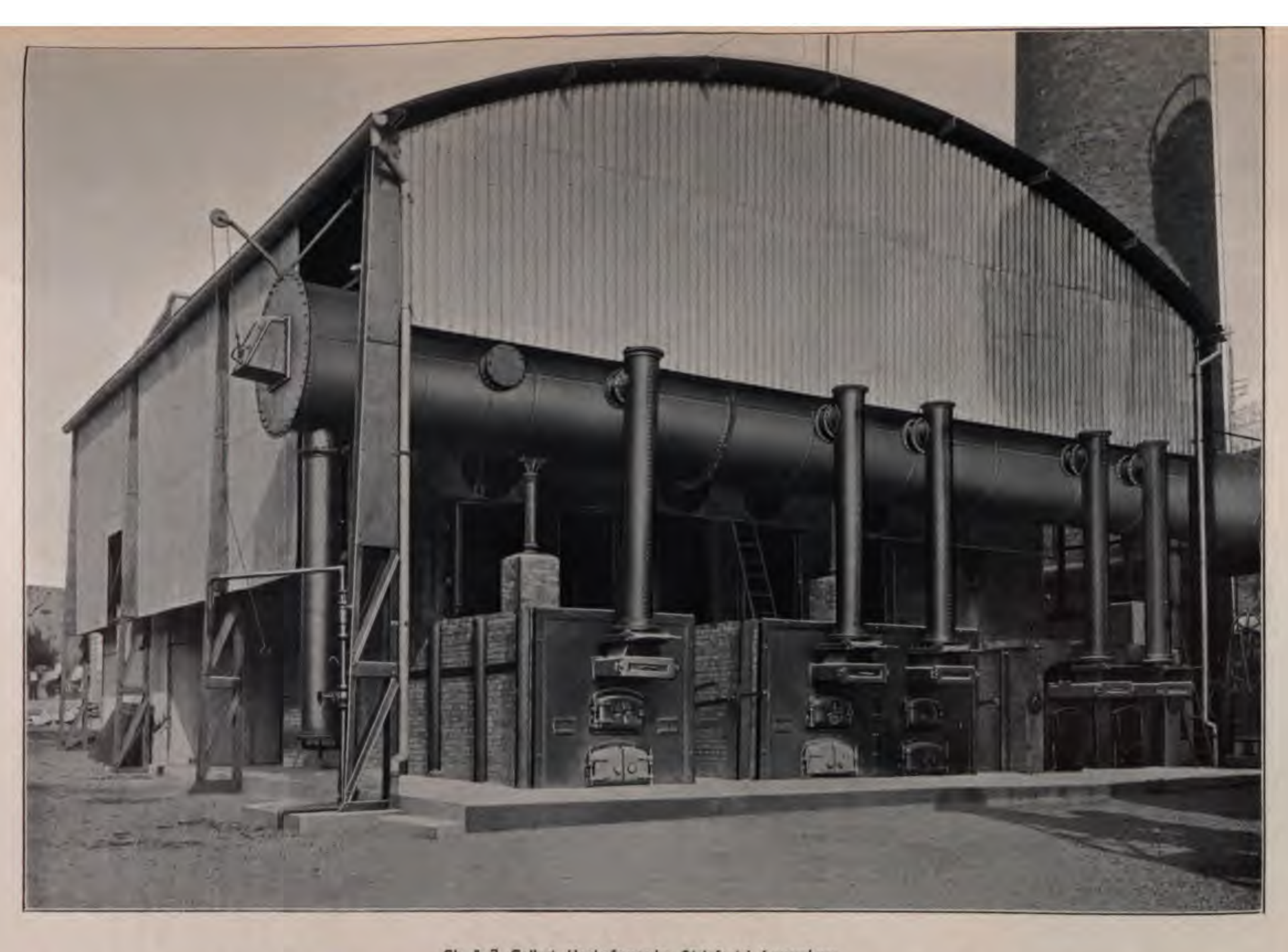


Telephon-Apparatefabrik Zwietusch & Co., Charlottenburg.
3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von 150 bezw. 186 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.



Babcockwerke: C

Gelegenheit hat man, die Kraft billig zu er
Verbund- und mehrstufigen Expansionsma
Jetztzeit, welche die Erzeugungskosten d
ca. 40 Prozent gegen die besten Leis
einigen Jahren vermindert haben, verla
höheren Druck, als die Walzenkessel a
aushalten können; es ist jedoch sehr l
gewünschten Druck mit richtig konstruierte
kesseln zu haben.



Ch. & J. Collart, Hochofenwerke, Steinfort i. Luxemburg.
3 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel von je 100 qm Heizfläche, beheizt mit abziehenden Gasen von Hochöfen.

erhöht sich hierbei beinahe bis auf diejenige des Dampfes, was in manchen Fällen bis 20 Prozent Ersparnis bedeutet. Je verschwenderischer der Kessel arbeitet, desto größer ist der Vorteil des „Economiser"; für große Anlagen ist derselbe stets sehr wertvoll. Oft kann man mit Vorteil das bereits durch den Auspuffdampf erwärmte Wasser im „Economiser" noch weiter erwärmen.

ERSPARNIS AN BRENNMATERIAL DURCH DAS VORWÄRMEN DES SPEISEWASSERS
(Prozentsatz, Dampfdruck 6 Atm.).

Anfangs-Temperatur des Wassers	Schluß-Temperatur des Speisewassers							
	50°	60°	70°	80°	90°	100°	125°	150°
0°	7.65	9.08	10.72	12.26	13.81	15.35	19.23	23.15
5	6.94	8.49	10.03	11.59	13.14	14.70	18.61	22.56
10	6.23	7.78	9.34	10.89	12.47	14.05	17.97	21.95
15	5.48	7.05	8.63	10.20	11.52	13.37	17.33	21.35
20	4.74	6.34	7.91	9.50	11.09	12.68	16.70	20.73
25	3.98	5.58	7.17	8.78	10.38	11.99	16.02	20.08
30	3.20	4.82	6.43	8.04	9.66	11.28	15.34	19.46
35	2.43	4.05	5.67	7.38	8.93	10.56	14.66	18.80
40	1.63	3.27	4.90	6.54	8.19	9.83	13.97	18.14
45	0.82	1.97	4.12	5.77	7.43	9.09	13.26	17.47
50		1.66	3.33	4.98	6.66	8.34	12.13	16.78
55		0.84	2.52	4.20	5.88	7.57	11.81	16.09
60			1.69	3.39	5.09	6.79	11.06	15.38
65			0.85	2.56	4.28	5.99	10.30	14.66
70				1.73	3.45	5.20	9.53	13.92
75				0.87	2.61	4.36	8.74	13.17
80					1.76	3.60	7.94	12.41
85					0.89	2.86	7.12	11.63
90						1.79	6.29	10.84
95						0.90	5.45	10.08
100							4.58	9.21

KESSELSTEIN.

Die Beschaffenheit des zur Speisung von Dampfkesseln verwendeten Wassers ist je nach seiner Entnahmestelle eine äußerst verschiedene. Die Wasserentnahme erfolgt aus Quellen und durch diese gespeisten Sammelteichen, aus Flüssen, Bächen, Teichen und Seen, aus Brunnen oder anderen Grundwassersammlern und aus städtischen Wasserwerken.

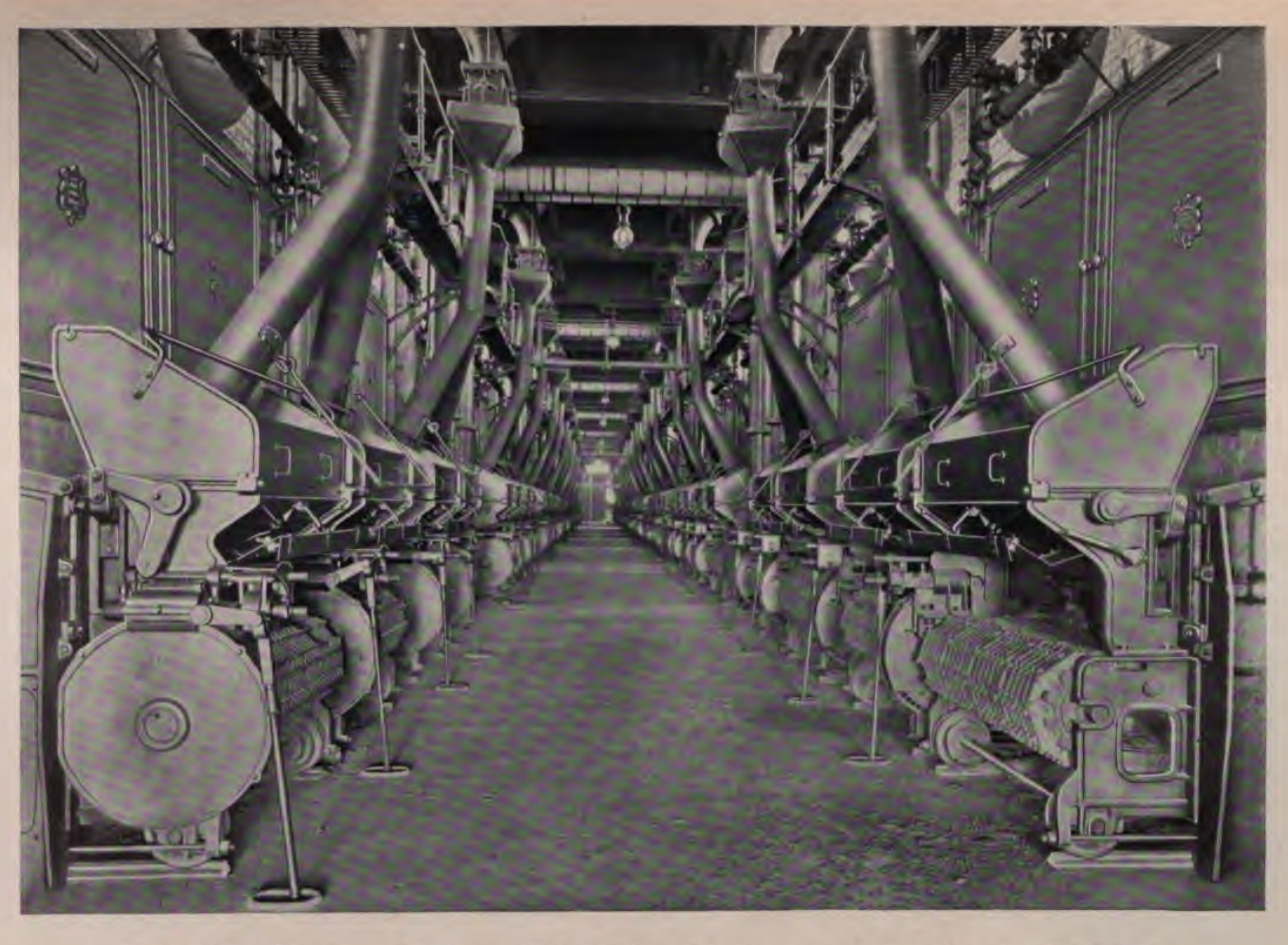
Alle diese Wasser enthalten einen größeren oder geringeren Prozentsatz fremder Bestandteile. Gutes Kesselspeisewasser enthält etwa 0,1 bis 0,2 g, ziemlich gutes 0,2 bis 0,3 g, eben brauchbares 0,3 bis 0,5 g feste Verdampfungsrückstände (Kesselstein) auf 1 kg reinen Wassers. Wasser mit größerem Verdampfungsrückstand, unreines, chlor- und säurehaltiges Wasser ist zur Kesselspeisung unbrauchbar, weshalb das zur Verwendung kommende Wasser stets vorher einer Untersuchung unterworfen werden sollte.

Ein kohlensäurehaltiges Wasser besitzt in hohem Maße die Fähigkeit, gewisse Kalk- und Magnesiasalze aufzulösen, wogegen diese Salze in kohlensäurefreiem Wasser nur in ganz geringen Mengen löslich sind.

Die Natur und die Härte des aus diesen Bestandteilen gebildeten Kesselsteins hängt von der Gattung derselben ab; auch kommt es darauf an, ob dieselben in dem Wasser gelöst oder nur beigemengt sind.

Die hauptsächlich in Betracht kommenden Salze sind: kohlensaurer Kalk (Kalkstein, Marmor, Kreide), kohlensaure Magnesia (Magnesit) und schwefelsaurer Kalk (Gips). In Quellen, welche aus größerer Tiefe kommen, sind diese Mineralsubstanzen in größeren Mengen enthalten, wogegen Tagwasser nie reich an diesen Salzen sind, jedoch immer mehr oder weniger organische Substanzen mit sich führen.

Die gelösten Kalk- und Magnesiasalze scheiden sich beim Kochen und Verdampfen des Wassers aus und bilden einen festhaftenden kristallinischen



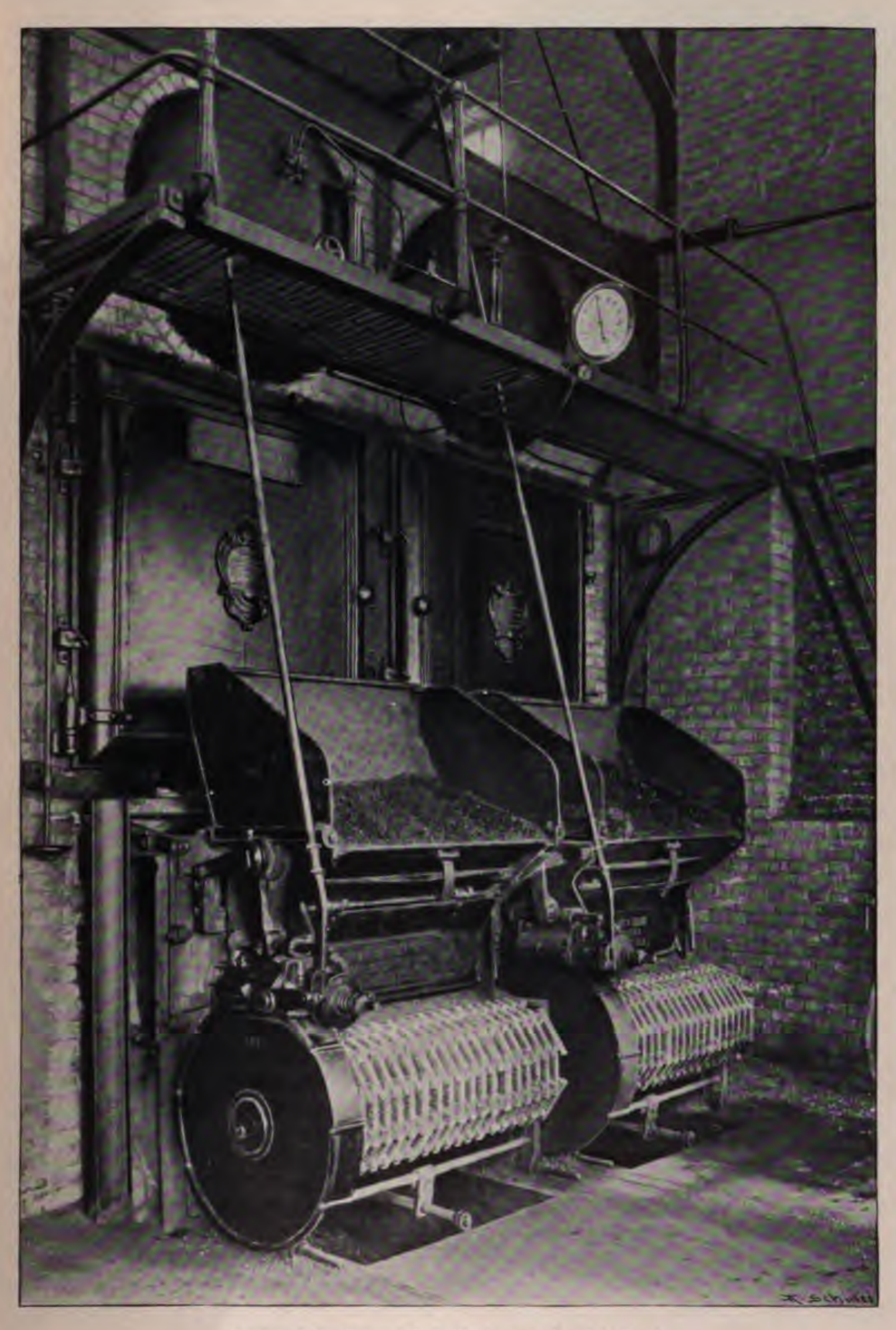
Elektrische Zentrale der Untergrundbahnen, London. 64 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel mit Überhitzern und Kettenrosten.
(Ausgebaut erhält die Zentrale 80 Kessel.)



Babcock & Wilcox-Kessel für leichten Transport, geliefert für nordchinesische Kohlenfelder.

selwandungen außerordentlich stark an.
n die Verwendung anorganischer Kessels
ittel, wie Kalkmilch mit metallischem Z
hlorid und Kalkmilch, kalzinierter Soda
Alkalien, ist nicht zu empfehlen, obgleich
eichen Kesselstein (Schlamm) bilden, der k
ernen ist. Schlamm ist aber ebenso u
als Kesselstein, denn er verursacht ge
vie dieser erhöhten Kohlenverbrauch, und,
hlimmer ist, sehr häufig ein Durchbren
erplatten. Aus diesem Grunde ist bei
& Wilcox-Kesseln ein Schlammsammler
, welcher am tiefsten Punkte des Kess
welcher der Einwirkung der Feuergase v
ist. In diesen wird durch die schn
rkulation der sich etwa bildende Kesselst
vollständig hineingespült, so daß die Fe
nd vor allem die Wasserrohre soweit als
nöglich von demselben freigehalten werd
es nur erforderlich ist, in allen Fällen,
oder hartes Wasser verwendet wird, die
sammler angesammelten Substanzen du
Ausblasen zu entfernen.

Beseitigung des sich eventuell festsetzenc
ins in Dampfkesseln hat sich raffinier
es) Petroleum bewährt, das nach dem A
des Kessels mit Hilfe eines Pinsels o
itze auf die mit Kesselstein behafteten W
ebracht wird; auch kann das Petroleum
waschen dem noch mit Wasser gefüll
geführt werden, so daß es beim langsam
überall gleichmäßig an dem vorigen Kess
ten bleibt, darin einzieht und ihn rissig u
cht. Der Kesselstein löst sich dann in ku

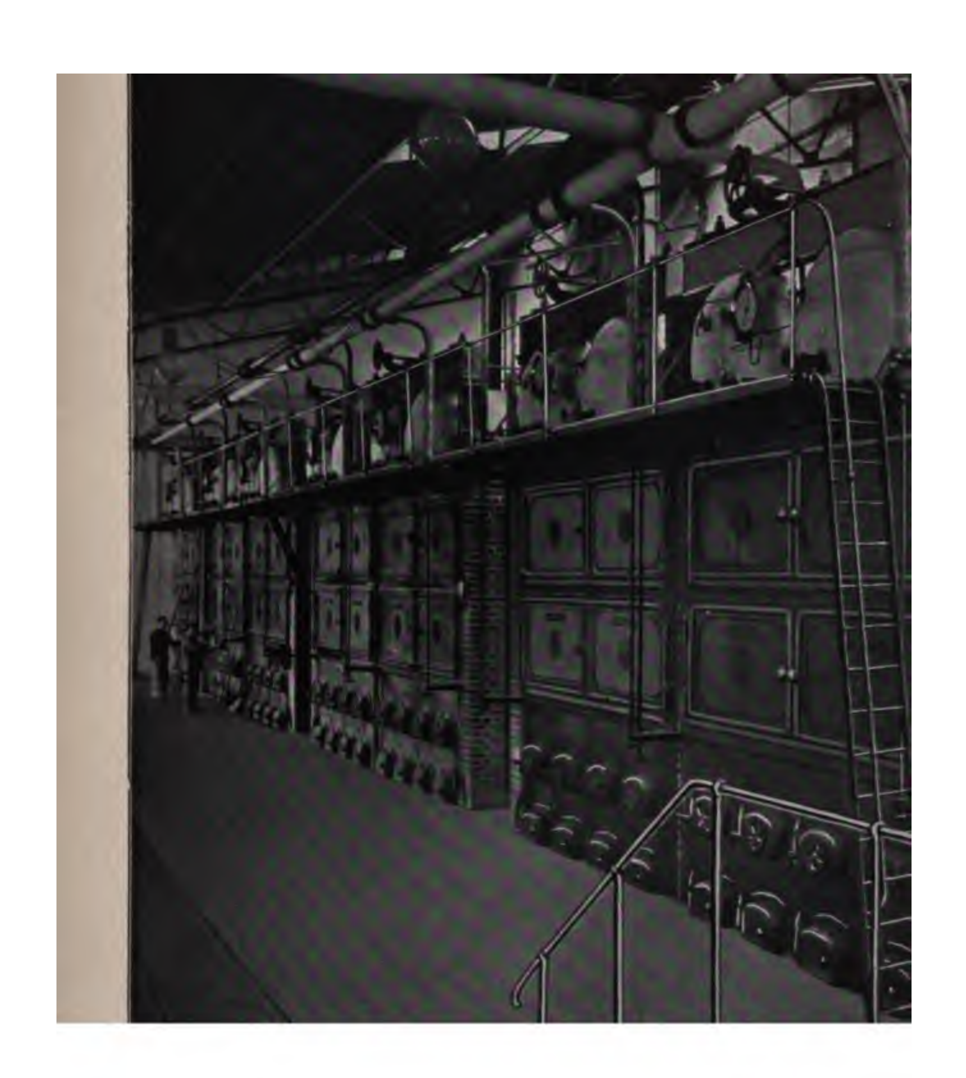


Danziger Aktien-Brauerei A.-G. Kleinhammer, Langfuhr-Danzig.

an eine Anzahl getrennter Gebäude v
at auch vielfach versucht, Dampf in ähn
zu verteilen, wie Gas, Wasser und den elektri
Obgleich auch hier zuerst viele dieser Vers
lugen, haben doch die Erfahrungen der
eam Co. mit der größten der bisher gema
bewiesen, daß es möglich ist, auf diese W
uf mehrere Kilometer Entfernung ohne nenn
erluste zu verteilen, und daß man Privat-
tshäuser mit verhältnismäßig geringen Ko
Abnehmer mit Dampf versorgen kann.
Gesellschaft hat jetzt drei Zentral-Anla
, wovon die eine von 17 000 qm unter ei
Dampf 27 km weit durch unter der Str
Röhren liefert.
ner Anlage dieser Größe ist es erforderli
en Dampf liefernden Kessel eine Konstrukti
den größten Nutzeffekt für die verbran
und zugleich einen kontinuierlichen Betri
alen Unterbrechungen für Reparaturen au
z besonders müssen diese Kessel geg
Explosionen gesichert sein. Ebenso i
chaft, trockenen Dampf zu erzeugen, se
nn man denselben vor dem Gebrauch er
Kilometer Röhren leitet. Das Kesselsyste
afür genommen wurde, war das d
Wilcox-Wasserröhrenkessel.

DIE DAMPFHEIZUNG.

pfheizungen hängt die Größe der Kess
ren-Anlage sehr von der Bauart u
bäudes ab. Hölzerne Geb...



Die Luftmenge, die zur Ventilation erforderlich ist, beträgt ca. 0,113 bis 0,45 cbm pro Minute für jede Person; das größere Quantum nimmt man für Gefängnisse und Spitäler an. Für jede Lampe oder Gasflamme sollte man 0,014 bis 0,028 cbm pro Minute rechnen.

Ein Quadratmeter Kesselheizfläche liefert genügend Dampf für 7 bis 10 qm Ausstrahlungsfläche, je nach der Größe des Kessels, des Nutzeffekts einer Heizfläche sowie der Ausstrahlungsfläche. Kleine Kessel für Privatanlagen sollten im Verhältnis viel größer sein als für große Anlagen. Jedes Quadratmeter Kesselheizfläche liefert genügend Dampf für 70 bis 100 m zölliges Rohr oder für 7 bis 10 qm Ausstrahlungsfläche.

Der Rauminhalt hat wenig mit dem erforderlichen Dampfquantum oder Fläche zu tun, ist aber ein bequemer Faktor für ungefähre Berechnungen. Unter gewöhnlichen Umständen heizt ein Quadratmeter Kesselheizfläche folgenden Rauminhalt:

Ziegelmauerwerk-Gebäude, in Komplexen wie in Städten	400	bis	530	cbm
Ziegelmauerwerk-Verkaufsläden in Städten	265	„	400	„
Ziegelmauerwerk-Gebäude, freistehend	265	„	400	„
Ziegelmauerwerk-Spinnereien, Fabriken, Werkstätten usw.	185	„	265	„
Hölzerne Gebäude, freistehend	185	„	265	„
Gießereien und hölzerne Werkstätten	160	„	265	„
Ausstellungsgebäude, zum großen Teil Glas usw.	106	„	400	„

Für die Beheizung von Werkstätten und Fabrikräumen wird häufig ein System von Rohrleitungen unter der Decke angewendet, anstatt der auf dem Fußboden aufgestellten Radiatoren, namentlich in Räumen, wo Transmissionen und Riemen die erforderliche Luft-Zirkulation hervorbringen.

Bei Heizanlagen in Gebäuden sollte man für Zuführung der notwendigen Feuchtigkeit Sorge tragen, um zu verhindern, daß die Luft trocken und unbehaglich wird. Die Aufnahmefähigkeit der Luft für Feuchtigkeit wächst äußerst schnell mit der Temperatur; dieselbe ist viermal so groß bei 22° als bei 0°. Angenehm ist die Luft, wenn sie halb mit Feuchtigkeit gesättigt gehalten wird. Dieser Zustand verlangt 1 kg Wasserdampf für je 156 cbm Luft, von 0° auf 21° erwärmt.

In neuerer Zeit hat man eine sehr notwendige Verbesserung eingeführt, die automatisch auf die Dampfventile der Radiatoren oder auf die Warmluftklappen und Ventilatoren wirkt und die Temperatur eines Zimmers bis auf ein Viertel Grad in der gewünschten Normal-Temperatur erhält.

Ein Entwässerer, der durch Zentrifugalkraft wirkt, ist neuerdings versucht und sehr praktisch befunden, das mitgerissene Wasser von dem Dampf auszuscheiden. Hierdurch werden die starken Wasserschläge in den Rohrleitungen, besonders wo lange Dampfleitungen vom Kessel bestehen, vermieden.

DAS ERWÄRMEN UND KOCHEN VON FLÜSSIGKEITEN VERMITTELS DAMPFES.

a. Nutzeffekt der Heizfläche, wenn die Luft ausgetrieben ist. Jedes Quadratmeter vertikale Fläche läßt 1120 Kalorien pro Stunde für jeden Grad Temperaturunterschied der beiden Seiten durch. Für horizontale und schräge Wände läßt jedes Quadratmeter 1600 Kalorien für jeden Grad Temperaturdifferenz der beiden Seiten durch.

b. Erforderliche Dampfmenge. Je 537 Kalorien verlangen die Kondensation von einem Kilogramm Dampf zu 100° oder 555 Kalorien zu 5 Atm. Überdruck. Jedes Kilogramm kondensierter Dampf verdampft beinahe ein Kilogramm Wasser derselben Temperatur. Jedes Quadratmeter Kesselheizfläche erwärmt 700 kg Wasser um 1° pro Stunde oder verdampft 13 kg Wasser in derselben Zeit.

TROCKNEN MITTELS DAMPFES.

Man kann auf dreierlei Art mittels Dampfes trocknen: 1. durch direkte Berührung der feuchten Gegenstände mit dampfgeheizten Flächen, wie beim Passieren von Tuch oder Papier über Dampftrommeln oder beim Pressen der Fourniere zwischen Dampfplatten; 2. durch die ausgestrahlte Wärme von Dampfleitungen, wie in Holztrockenöfen und Trockenräumen von Waschanstalten; 3. durch das Vorbeistreichen der durch Dampf erwärmten Luft an feuchten Flächen, wie in Leimfabriken usw.

Die zweite Art wird selten angewandt, außer in Verbindung mit der dritten. Die erste Art ist am vorteilhaftesten, die zweite bietet weniger und die dritte den geringsten Vorteil. Unter günstigen Umständen verdampfen 13 kg Dampf 10,4 kg Wasser nach der ersten, 8,6 nach der zweiten und 6,5 nach der dritten Methode.

Die Theorie des Trocknens oder der Verdampfung der Feuchtigkeit durch warme Luft beruht auf der Tatsache, daß die Aufnahmefähigkeit der Luft für Feuchtigkeit mit der Temperatur sehr schnell wächst. Wird Luft von 11° auf 22° erwärmt, so wird die Aufnahmefähigkeit für Feuchtigkeit verdoppelt und ist viermal so groß als bei 0°.

Nachstehende Tabelle gibt das Gewicht der gesättigten Luft für verschiedene Temperaturen bis 70° C., der praktischen Grenze der Luft-Erwärmung durch Dampf, das Gewicht des Wassergehalts in Kilogramm und Prozentsätzen, die Gesamtwärme, die im Dampf enthaltene Wärme und die notwendige Luftmenge pro 1 kg Wasser.

Aus der Tabelle geht hervor, daß es vorteilhafter ist, bei den höheren Temperaturen zu trocknen. Die Luft ist selten mit Feuchtigkeit gesättigt; größtenteils ist es erforderlich, die Luft ca. 15° über die Temperatur der Sättigung zu erwärmen. Den besten Nutzeffekt erhält man mit künstlicher Ventilation durch einen Ventilator oder einen Schornstein.



GESÄTTIGTE MISCHUNGEN VON LUFT UND WASSERDAMPF.

Temperatur in Grad Celsius	Gewicht von 1 cbm der gesättigten Luft in kg	Gewicht des Wassers in 1 cbm gesättigter Luft in kg	Prozentsatz des Wassers in der Mischung	Kalorien in 1 cbm gesättigter Luft	Prozentsatz der Wärme in dem Wasserdampf	Luftmenge für 1 kg Wasserdampf	
						kg	cbm
0.0	1.290	0.0049	0.33	2.95	100.00	264.02	204.19
2.5	1.277	0.0058	0.45	4.25	81.41	221.04	172.49
5.0	1.265	0.0068	0.54	5.62	73.40	185.39	145.98
7.5	1.253	0.0008	0.63	7.08	68.67	156.14	124.00
10.0	1.242	0.0094	0.76	8.68	66.07	131.71	105.58
12.5	1.230	0.0109	0.89	10.30	64.83	111.50	90.21
15.0	1.217	0.0127	1.04	12.08	64.43	94.61	77.18
17.5	1.206	0.0148	1.22	14.01	64.59	80.53	65.92
20.0	1.194	0.0171	1.43	16.10	65.24	68.65	56.98
22.5	1.182	0.0198	1.68	18.47	66.20	58.71	49.64
25.0	1.170	0.0228	1.95	20.84	67.12	50.27	42.43
27.5	1.158	0.0262	2.26	23.50	68.53	43.18	36.73
30.0	1.146	0.0301	2.62	26.47	69.93	37.12	31.87
32.5	1.134	0.0344	2.98	29.70	71.32	31.99	27.70
35.0	1.122	0.0393	3.50	33.25	72.91	27.26	24.05
37.5	1.010	0.0446	4.52	37.08	74.31	23.86	20.99
40.0	1.009	0.0507	4.62	41.29	75.91	20.64	18.31
42.5	1.008	0.0574	5.29	45.92	77.42	17.89	15.99
45.0	1.007	0.0648	6.05	50.97	78.90	15.50	13.97
47.5	1.005	0.0731	6.92	56.51	80.27	13.45	12.22
50.0	1.004	0.0823	7.89	62.55	81.76	11.67	10.69
52.5	1.003	0.0924	8.98	66.46	82.41	10.72	9.86
55.0	1.001	0.1034	10.21	76.37	84.43	8.79	8.17
57.5	1.000	0.1157	11.60	84.24	85.69	7.72	7.14
60.0	0.098	0.1291	13.15	92.79	86.90	6.60	6.23
62.5	0.096	0.1438	14.90	102.11	87.95	5.71	5.43
65.0	0.094	0.1598	16.82	112.22	89.16	4.93	4.72
67.5	0.092	0.1773	19.08	123.22	90.21	4.24	4.09
70.0	0.090	0.1963	21.58	135.10	91.21	3.63	3.53
72.5	0.088	0.2170	24.00	147.00	92.20	3.02	3.00

BEWEGUNG DES DAMPFES IN ROHRLEITUNGEN.

Das annähernde Gewicht einer Flüssigkeit, das in einer Minute durch ein gegebenes Rohr unter gegebenem Druck fließt, wird durch folgende Formel gegeben:

$$W = 2.025 \sqrt{\frac{D\,(p_1 - p_2)\,d^5}{L\left(1 + \frac{9,14}{d}\right)}}$$

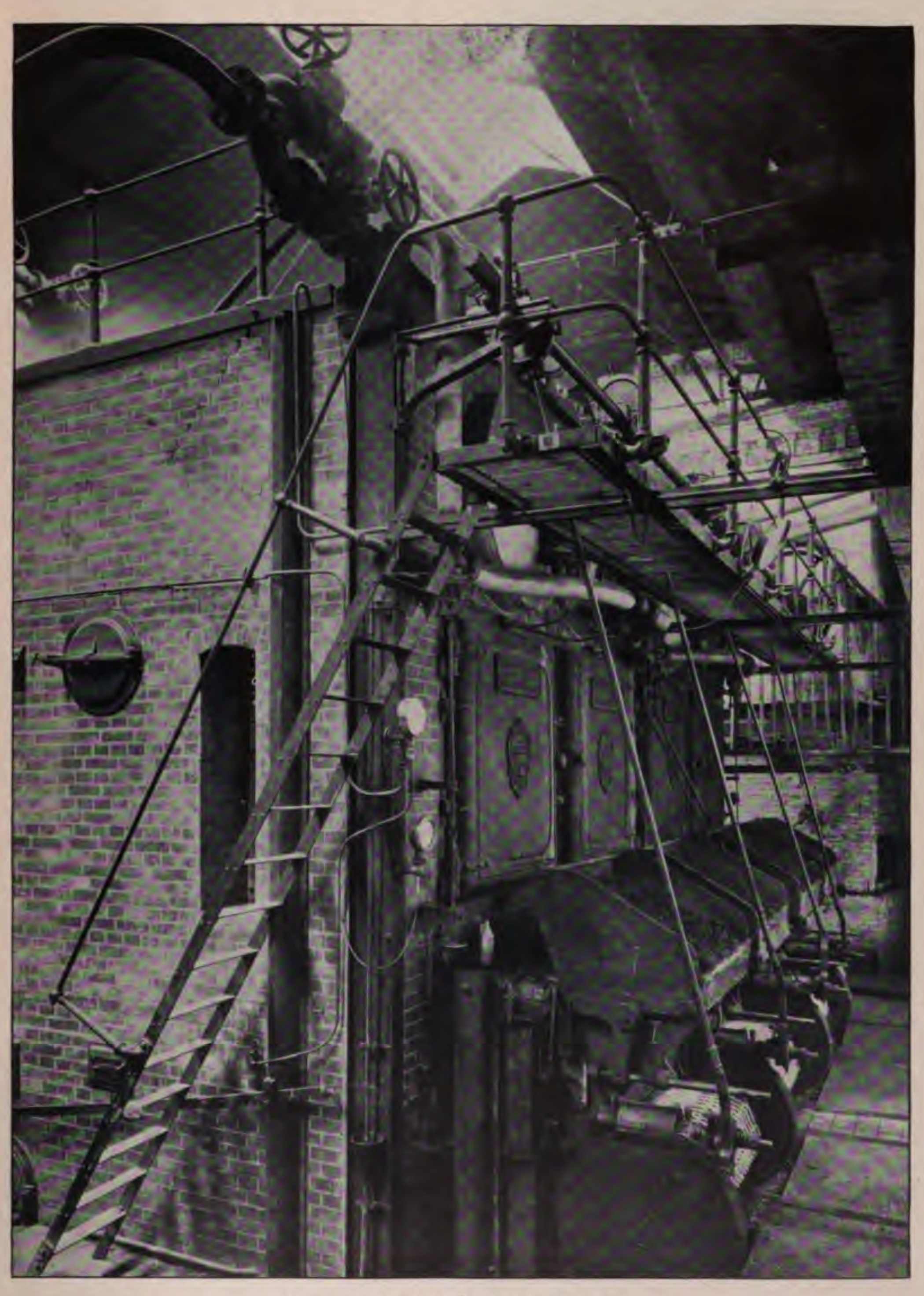
worin W = Gewicht in Kilogramm, d = Durchmesser in Centimeter, D = Gewicht eines Kubikmeters, p_1 = Anfangsdruck, p_2 = Druck am Ende der Leitung in Atmosphären und L = Länge in Meter.

Tabelle auf Seite 117 gibt annähernd das Gewicht des Dampfes pro Minute, das mit verschiedenem Anfangsdruck mit 0,1 Atm. Druckverlust durch gerade glatte Rohrleitungen fließt, deren Länge gleich dem 250fachen Durchmesser ist.

Für einen andern Druckverlust multipliziert man mit der Quadratwurzel des gegebenen Verlustes. Für eine andere Rohrlänge dividiert man 250 durch die gegebene Länge, in Durchmessern ausgedrückt, und multipliziert die Werte der Tabelle mit der Quadratwurzel dieses Quotienten, wodurch man den Ausfluß für ein Zehntel Atmosphäre Druckverlust erhält.

Wenn man umgekehrt die gegebene Länge durch 250 dividiert, erhält man den Druckverlust für das in der Tabelle gegebene Dampfquantum.

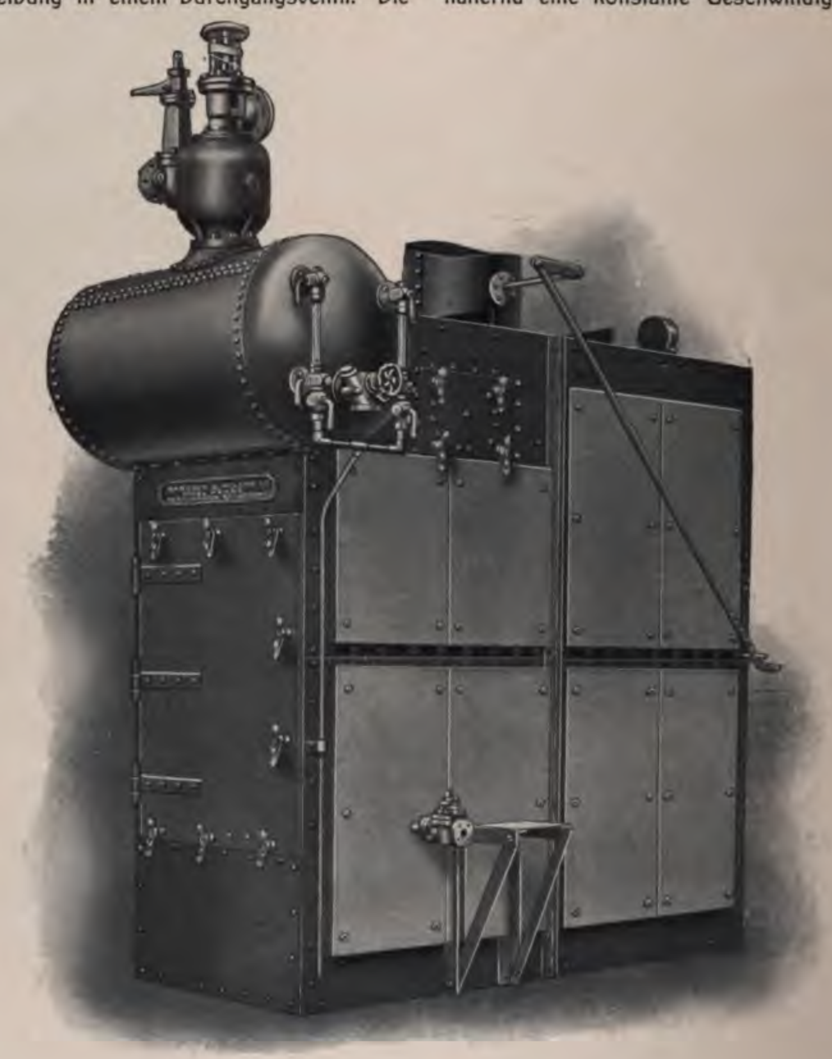
Der Druckverlust, der durch die Erzeugung der Geschwindigkeit des Dampfes und durch die Bewegung desselben durch Krümmer und Ventile entsteht, vermindert das in der Tabelle angegebene Quantum. Die



Pommersche Provinzial-Zuckersiederei, Stettin.
4 Babcock & Wilcox-Kessel von je 300 qm Heizfläche mit Überhitzern und Kettenrosten.

Reibung an der Öffnung und diejenige im Durchgangsventil sind ungefähr gleich derjenigen einer Rohrlänge von 114 Durchmessern, dividiert durch den Wert $\left(1 + \frac{9.14}{d}\right)$.

Die Reibung in einem Krümmer ist gleich zwei Drittel der Reibung in einem Durchgangsventil. Die



Babcock & Wilcox transportabler Wasserrohrkessel.

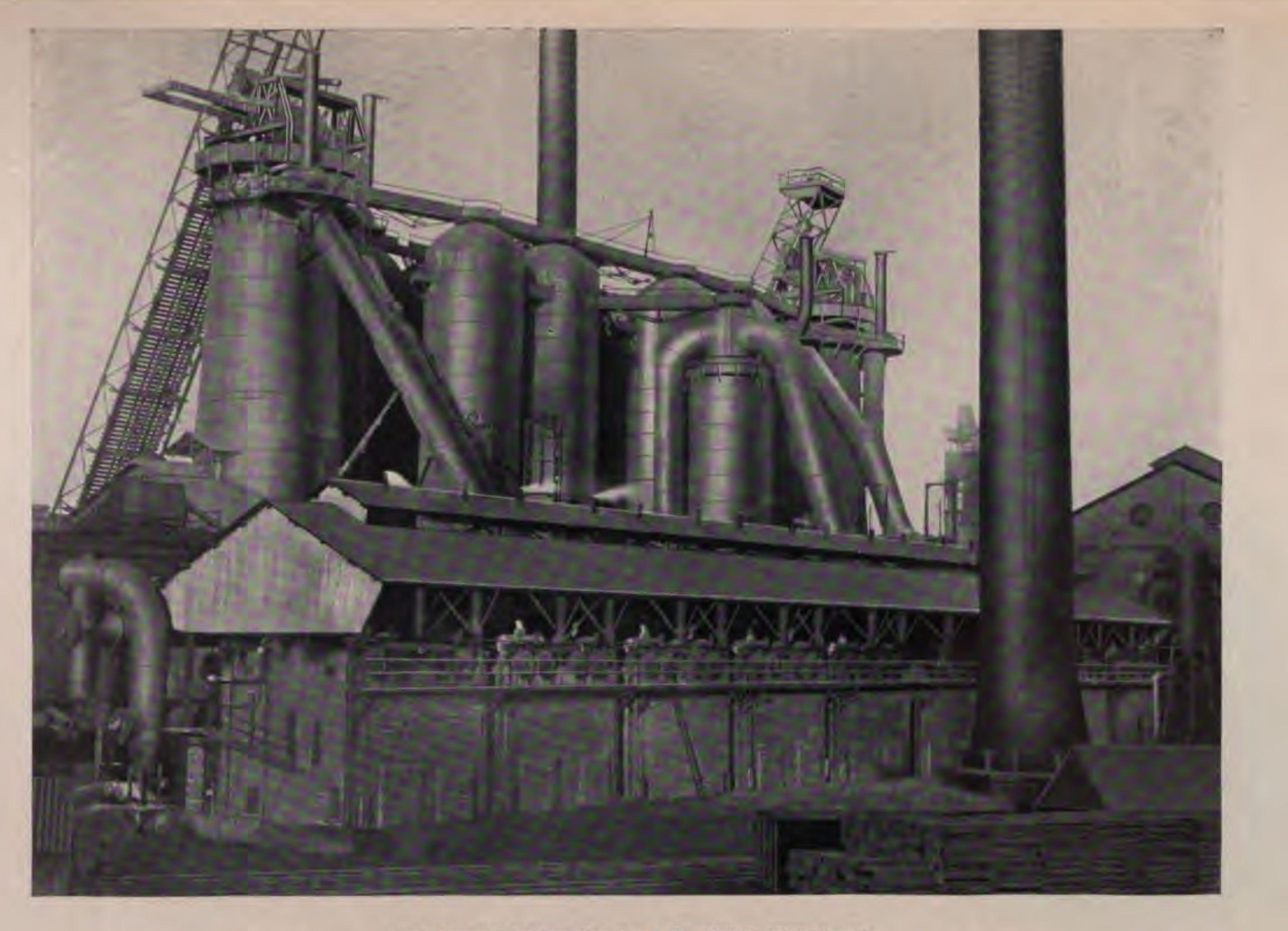
Rohrlängen für Öffnungen, Krümmer und Ventile müssen stets zu der wirklichen Länge der Leitung addiert werden.

Zum Beispiel: ein Rohr von 10 cm Durchmesser, 120 Durchmesser lang (12 m), mit einem Durchgangsventil und drei Krümmern gleicht einem geraden Rohr von $120 + 60 + 60$ $(3 \times 40) = 360$ Durchm. lang $= 360 : 250 = 1.44$ mal die Länge, wofür die Tabelle gerechnet ist, und das Dampfquantum würde $1 : \sqrt{1.44} = 0.83$ oder 83%, mit demselben Druckverlust, sein.

AUSFLUSS DES DAMPFES DURCH EINE GEGEBENE ÖFFNUNG.

Dampf von einem beliebigen Drucke, der durch eine Öffnung in einen Raum ausfließt, wo weniger als drei Fünftel des Anfangsdruckes herrscht, hat annähernd eine konstante Geschwindigkeit von 270 m in der Sekunde; die Ausflußmenge in Kilogramm steht daher im Verhältnis zum spezifischen Gewicht des Dampfes. Um die Ausflußmenge pro Minute in Kilogramm zu berechnen, multipliziert man den Querschnitt der Öffnung in Quadratcentimeter mit dem 1,6 fachen Gewicht des Dampfes pro Kubikmeter.

Eine Annäherungsformel für den Ausfluß ist nach Rankine folgende: $W = 0.88\, ap$, worin $W =$ Gewicht in Kilogramm pro Minute, $a =$ Querschnitt in Quadratcentimetern und $p =$ absoluter Druck in Atmosphären. Das Ergebnis muß mit $k = 0.93$ für



Hochofenwerke Bolckow, Vaughan & Co. Limited, Middlesbrough
18 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel, eingerichtet zur Verfeuerung von Hochofengasen und Kohle.

ein kurzes Rohr oder 0.63 für eine Öffnung in einer dünnen Platte oder ein Sicherheitsventil multipliziert werden.

Wenn der Dampf in einen Raum ausfließt, wo mehr als zwei Drittel des Kesseldruckes herrscht, gilt die Formel: $W = 1.95\ ak \sqrt{(p - \delta)\ \delta}$, worin δ = Druckdifferenz zwischen beiden Seiten der Öffnung in Atmosphären, und a, p und k wie umstehend.

UMHÜLLUNG DER DAMPFKESSEL, DAMPFRÖHREN USW.

Der Verlust durch Ausstrahlung nicht umhüllter Röhren und Gefäße, die Dampf enthalten, ist ziemlich bei Leitungen zur Speisung von Dampfmaschinen wird dieser Verlust noch durch die Wirkung des Kondenswassers im Zylinder vergrößert. Es ist daher wichtig, daß solche Röhren gut umhüllt werden. Umstehende Tabelle gibt den Wärmeverlust von nicht umhüllten Dampfröhren und von mit Wolle oder Haarfilz umhüllten bei verschiedenen Stärken, bei einem Dampfdruck von 5 Atm. und einer Lufttemperatur von 15° C.

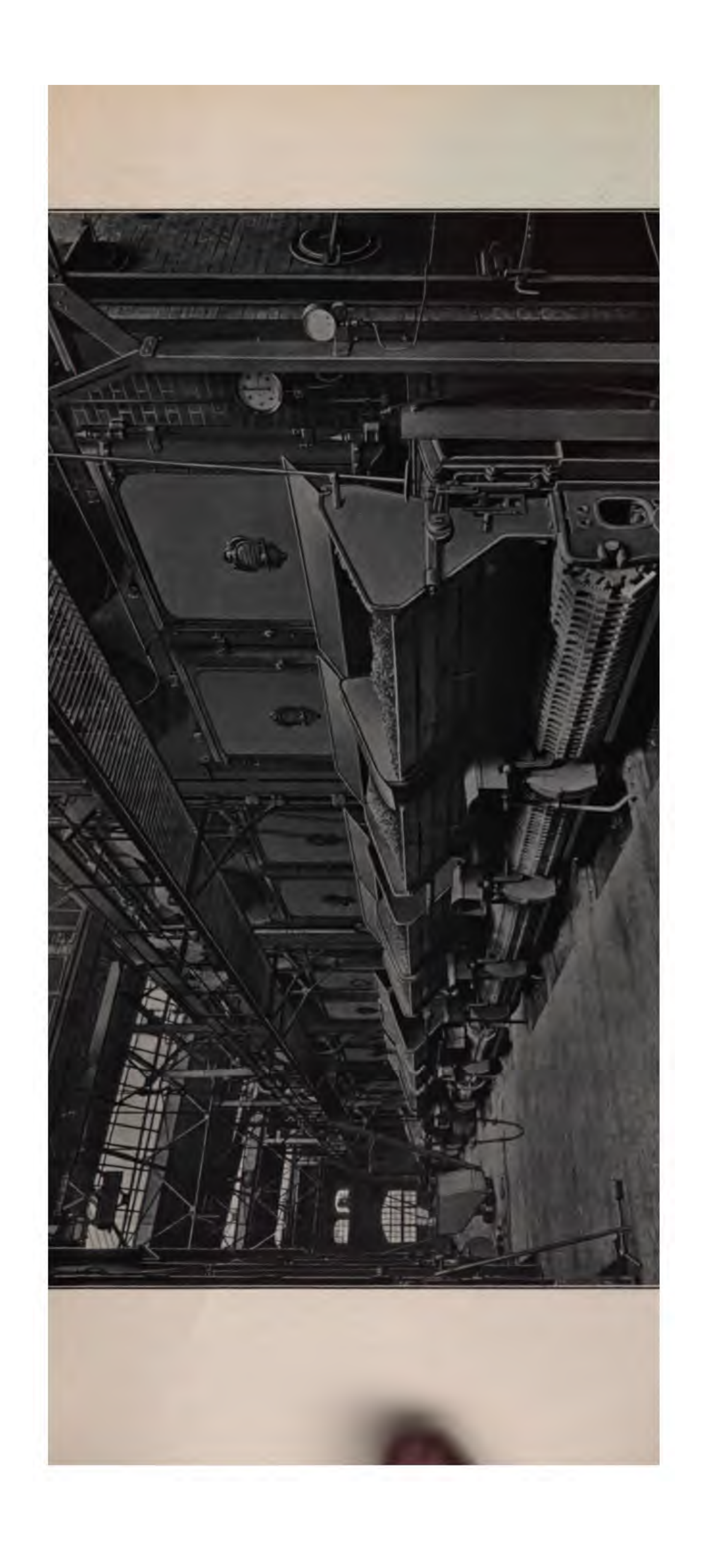
Die verschiedenen Umhüllungen haben als Schutzmittel gegen Ausstrahlung einen sehr ungleichen Wert. Derselbe variiert beinahe in dem umgekehrten Verhältnis ihrer Leistungsfähigkeit für Wärme bis zu der Grenze, wo sie ebensoviel Wärme ausstrahlen als die Rohrleitung, über welche Grenze hinaus sie mehr schaden als nützen. Diese Grenze wird ungefähr bei gebackenem Ton oder Ziegelstein erreicht.

TABELLE DER BEWEGUNG DES WASSERDAMPFES DURCH ROHRLEITUNGEN.

Anfangsdruck nach dem Manometer in Atm.	Durchmesser des Rohres in cm Länge = 250 Durchmessern														
	2	2.5	4	5	6.5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	50
	Gewicht des Dampfes in kg pro Minute, mit 0.1 Atm. Druckverlust														
1..........	0.67	0.98	3.61	6.10	11.5	15.4	29.5	49.5	77.5	135	229	324	444	583	940
2..........	0.84	1.19	4.55	7.65	14.5	19.4	37.2	61.0	94.0	170	288	406	558	732	1180
3..........	0.97	1.36	5.22	8.80	16.6	22.3	42.7	70.2	108.0	195	332	467	640	843	1358
4..........	1.07	1.52	5.80	9.80	18.4	24.7	47.4	78.0	120.0	217	368	519	721	935	1510
5..........	1.17	1.66	6.33	10.7	20.2	27.0	51.8	85.0	131.0	237	402	568	778	1020	1645
6..........	1.26	1.78	6.80	11.5	21.7	29.1	55.7	93.0	140.0	254	432	609	835	1100	1770
7..........	1.34	1.89	7.20	12.1	23.0	30.7	59.0	97.0	149.0	270	457	645	784	1162	1878
8..........	1.40	1.98	7.55	12.8	24.1	32.3	62.0	102.0	156.0	283	490	677	930	1220	1960
9..........	1.49	2.10	8.00	13.6	25.5	34.3	65.7	108.0	166.0	300	510	720	985	1297	2080
10..........	1.56	2.19	8.40	14.2	26.7	35.8	68.5	113.0	174.0	313	532	750	1030	1360	2175

Für die in der Tabelle angegebenen Durchmesser sind die entsprechenden Rohrlängen in Durchmessern ausgedrückt.

cm	2	2.5	4	5	6.5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	50
Durchmesser	20	25	35	41	47	52	60	66	71	79	84	88	90	94	97



...	36.3	0.20	61.2
51.0	23.5	0.13	37.0
102.0	16.4	0.09	23.2
152.0	—	—	19.4

Eine glatte oder polierte Fläche is
Das Verhältnis der Ausstrahlung
Farbenverschiedenheit macht wenig Unter

TABELLE DES LEITUNGSVERMÖGEN
SCHIEDENER KÖRPER.
(Nach Péclet.)

KÖRPER	L ve
Löschpapier	
...iderdaunen	
...aumwolle	
...chafwolle, Hanf, Segeltuch	
...ahagoni-Staub	
...olzasche	
...roh	
...olzkohle	
...lz, quer zur Faser	
...rk	
...kspulver	
...utschuk	
...z, längs der Faser	

ganz fettfrei, so klebt die Masse vollständig fest. Kupferne Leitungen streicht man zuerst mit heißem Lehmwasser. Ein Teeranstrich macht die Masse witterungsbeständig.

BETRIEBSORDNUNG FÜR DAMPFKESSELHEIZER.

1. Der Heizer muß sich vor allem eines soliden und nüchternen Lebenswandels befleißigen.



Babcockwerke Oberhausen. Versandfertige Oberkessel.

TABELLE DER VERHÄLTNISMÄSSIGEN WERTE VON ISOLIERMASSEN.
(Von Chas. E. Emery, Ph. D.)

ISOLIERMASSE	Wert
Wollfilz	1.000
Schlackenwolle Nr. 2	0.832
„ mit Teer	0.715
Sägemehl	0.680
Schlackenwolle Nr. 1	0.676
Holzkohle	0.632
Tannenholz, quer zur Faser	0.553
Lehm, lose und trocken	0.550
Gelöschter Kalk	0.480
Retorten-Kohle	0.470
Asbest	0.363
Kohlenasche	0.345
Koks in Stücken	0.277
Ungeteilter Luftmantel	0.136

2. Das Kesselhaus ist stets hell und reinlich, sowie von allen Gegenständen frei zu halten, die nicht direkt für den Betrieb und die Bedienung des Kessels nötig sind; insbesondere dürfen auf dem Kessel keinerlei Gegenstände gelagert oder getrocknet werden.
3. Der Besuch des Kesselhauses und der Aufenthalt daselbst ist dem dort nicht beschäftigten Arbeiterpersonal, sowie sonstigen Personen zu verwehren. Auch darf das Kesselhaus dem Arbeiterpersonale nicht als Durchgang dienen.
4. Während des Betriebes und solange das Feuer auf dem Roste brennt, darf der Kessel nicht ohne Aufsicht gelassen werden. Bei Beendigung der Schicht ist das Feuer zu löschen. Bevor der Heizer das Kesselhaus verläßt, hat er die Wasserstandshähne zu schließen und den Rauchschieber herabzulassen.
5. Vor dem Anheizen sind die Hähne zu öffnen und der Wasserstand zu untersuchen. Sollte das Wasser im Kessel so tief stehen, daß es im Glase nicht mehr sichtbar ist, so muß der Kessel erst nachgefüllt werden. Ist der Wasserstand über Nacht

auffallend gesunken, so muß erst die Ursache festgestellt werden.

6. Das Aufgeben des Brennmaterials und das Reinigen des Rostes von Schlacken soll schnell und bei nahezu geschlossenem Rauchschieber geschehen, der ganze Rost ist gleichmäßig ca. 10—15 cm hoch mit Brennmaterial (Kohle) bedeckt zu halten.
7. Sämtliche Ausrüstungsteile an dem Dampfkessel müssen rein und gangbar gehalten werden; es ist darauf zu achten, daß die Marke des niedrigsten Wasserstandes und die Marke des höchsten Dampfdruckes am Manometer erhalten bleiben.
8. Der Wasserstand muß stets im Glase zu erkennen sein und darf nicht unter die festgesetzte Marke herabsinken; sollte letzteres dennoch vorkommen, so ist das Feuer zu entfernen und die Feuertüre offen zu halten. Die Wasserstandssteiger sind täglich auf ihre Zuverlässigkeit zu probieren; Gläser und Probierhähne sind öfters durchzublasen. Das Feststellen der Hähne oder das Verschrauben der Ausflußöffnungen ist unstatthaft.
9. Die Speisevorrichtungen sind abwechselnd zu benutzen, damit deren Leistungsfähigkeit jederzeit festgestellt wird. Bei etwaigem Versagen beider Speisevorrichtungen muß das Feuer gelöscht und der Betrieb eingestellt werden.
10. Das selbsttätige Speiseventil am Kessel (Rückschlagventil) darf nicht geöffnet werden, wenn nicht der vor demselben angebrachte Absperrhahn geschlossen ist. Wo ein solcher Hahn oder ein solches Ventil fehlt, kann das Rückschlagventil nur geöffnet werden, wenn der Druck im Kessel abgelassen ist.
11. Der Dampfdruck im Kessel darf nie über die festgesetzte Maximalspannung gesteigert werden, welche behördlich genehmigt und durch die Marke am Manometer, sowie durch die Angabe auf dem Kesselschilde bezeichnet ist.
12. Das Manometer ist öfters zu probieren, ob es regelmäßig anzeigt und ob sein Zeiger beim Schlusse des Absperrhahnes rasch auf Null zurücksinkt und sich beim Öffnen ebenso rasch wieder hebt.
13. Die Sicherheitsventile müssen öfters behutsam gelüftet und untersucht werden, ob sie sich nicht festgesetzt haben oder in den Führungen festklemmen. Ein Überlasten derselben ist strengstens verboten.
14. Die sämtlichen Ventile und Hähne am Kessel für Speisung, Dampfentnahme und Ablaß dürfen beim Betrieb nur langsam und vorsichtig geöffnet werden.
15. Steigt der Dampf bis zum festgesetzten höchsten Druck, so muß das Feuer gedämpft und die Aschenfalltüre geschlossen werden, alsdann ist die Speisepumpe in Tätigkeit zu setzen.
16. Je nach Beschaffenheit des Speisewassers ist in gemessenen Zeiträumen (bis 4 mal jährlich) eine innere Reinigung des Kessels vorzunehmen, wobei Schlamm und Kesselstein mit nicht zu scharfen Werkzeugen gründlich entfernt werden müssen. Asche und Ruß sind mit derselben Gründlichkeit dabei ebenfalls zu entfernen, wobei darauf zu achten ist, daß die Bleche des Kessels abgekehrt und abgekratzt werden.
17. Die Entleerung des Kessels darf erst geschehen, wenn das Feuer gelöscht und das Mauerwerk genügend abgekühlt ist. Geschieht das Ablassen unter Druck, so darf dieser nicht über eine Atmosphäre betragen.
18. Ein teilweises Ablassen des Wassers ist bei Kesseln, die viel Schlamm absetzen oder bei denen zum Weichmachen des Wassers Sodalösung eingespeist wird, täglich oder alle 2—4 Tage einmal vorzunehmen; es ist dazu nötig, erst bis zum obersten Rande des Wasserstandszeigers aufzuspeisen und nur bis zur Wasserstandsmarke zu entleeren.
19. Vor Beginn der Reinigungsarbeiten an einem Kessel muß derselbe durch Bindflanschen von den nebenstehenden, in Betrieb befindlichen Kesseln abgeschlossen werden; das gewöhnliche Schließen der Ventile allein genügt nicht.
20. Das Füllen der Kessel mit frischem Wasser soll nur geschehen, wenn der Kessel und das Mauerwerk gehörig abgekühlt sind. Den Kessel mittels kaltem Wasser abzukühlen, ist zu unterlassen.
21. Alle vorkommenden Unregelmäßigkeiten oder besonderen Erscheinungen an dem Dampfkessel, wie Undichtigkeiten und dergl., hat der Heizer sofort seinem Vorgesetzten zu melden.
22. Der Heizer ist für die richtige Beobachtung seiner Betriebsordnung verantwortlich; außerdem hat er die ihm von seinem Vorgesetzten und dem Dampfkessel-Revisionsbeamten gegebenen Weisungen streng zu befolgen.

DIE NÖTIGE SORGFALT, SPARSAMEN BETRIEB ZU FÜHREN.

Heizen. Man heize gleichmäßig und in regelmäßigen Zwischenräumen, wenig auf einmal. Mittelmäßig dicke Brennstoffschichten sind am sparsamsten; bei schwachem Zuge ist jedoch eine dünne Schicht vorteilhaft. Der Rost muß gleichmäßig bedeckt gehalten werden, Luftlöcher dürfen im Feuer nicht vorkommen. Man soll das Feuer nicht öfter als nötig reinigen.

Reinigung. Sämtliche Heizflächen müssen außen und innen rein gehalten werden. Die Häufigkeit des Reinigens hängt von der Natur des Brennmaterials und des Wassers ab. In der Regel sollte man nie mehr als 1,5 mm Kesselstein oder Ruß auf den Heizflächen dulden. Bei neuen Kesseln muß man die Handlöcher besonders häufig öffnen und die Flächen untersuchen, bis durch die Erfahrung die richtigen Reinigungsperioden festgestellt sind.



Der Babcock & Wilcox-Kessel läßt sich sehr leicht reinigen; er kann mit wenig Sorgfalt auf seiner größten Leistungsfähigkeit erhalten werden, selbst in Fällen, wo ein Flammrohr- oder Lokomotivkessel bald zerstört sein würde. Zum Zwecke der Untersuchung öffnet man die Handlöcher an beiden Enden der Röhren, hält an ein Ende eine Lampe und sieht hindurch, wobei der Zustand der Fläche leicht erkannt wird. Zum Entfernen des Schlammes stößt man den Rohrreiniger durch; bei hartem Kesselstein gebraucht man zum selben Zwecke den Reinigungsmeißel.

Die Anwendung eines Wasserstrahles durch einen Schlauch erleichtert das Verfahren. Beim Schließen der Handlöcher reinigt man die Dichtungsflächen, ohne sie zu verkratzen oder zu hämmern, ölt sie und schraubt die Deckel fest. Hierauf ist der Schlammsammler zu untersuchen und der Schlamm zu entfernen.

Die Reinigung der Außenseite der Röhren kann durch die Anwendung des Dampfstrahles durch die zu diesem Zwecke vorgesehenen Öffnungen geschehen. Bei stark rauchendem Brennmaterial ist es besser, die Röhren beim Stillstand des Kessels abzubürsten.

Heißes Speisewasser. Dampfkessel sollten, wenn man es vermeiden kann, nie mit kaltem Speisewasser gespeist werden. Jedenfalls sollte man das kalte Wasser mit heißem vermischen, bevor es in den Kessel eintritt.

Schäumen. Das Schäumen eines Kessels kann man aufhalten, wenn man den Dampfabfluß für einen Augenblick hemmt. Ist schmutziges Wasser die Ursache, so kann man das Schäumen in der Regel verhindern, indem man etwas Wasser abläßt und wieder nachpumpt. Im Falle heftigen Schäumens mäßigt man den Zug und das Feuer.

Babcock & Wilcox-Kessel schäumen mit gutem Speisewasser nie, wenn die Wasserstandslinie nicht zu hoch gehalten wird. Sollte das Schäumen dennoch vorkommen, so halte man die Wasserstandslinie niedriger. Sie sollte überhaupt nie über die Mittellinie des Oberkessels gehen.

Lufteinsickerung. Sämtliche Öffnungen zum Zulassen der Luft am Kessel oder den Zügen sollten sorgfältig geschlossen gehalten werden. Wird hiernach nicht verfahren, so entstehen häufig bedeutende Verluste.

Ablassen. Wenn das Speisewasser Schlamm oder Salz enthält, muß man je nach der Beschaffenheit des Wassers öfter einen Teil ablassen. Der Kessel sollte alle 8 oder 14 Tage abgelassen und von neuem gefüllt werden. Die eventuellen



Babcock-Kesselmontage in der Zentrale Kruckel des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks.

:hen-Ablaßhähne sollten dann und wann für
linuten geöffnet werden. Ablaßhähne müssen
inz dicht schließen.

ı Reinigen des Kessels sind Ablaßhähne und
ılagventile jedesmal zu untersuchen.

ORDERLICHE SORGFALT, DIE DAUERHAFTIGKEIT ZU ERHALTEN.

lichtigkeiten. Etwa auftretende Undichtigıüssen sobald als möglich ausgebessert werden.

assen. Man lasse den Kessel niemals ab, as Mauerwerk noch heiß ist.

len. Kaltes Wasser darf man nie in einen Kessel pumpen, denn häufig sind Undichtigund bei Walzenkesseln ernste Schäden, zusogar Explosionen die Folge.

ıchtigkeit. Man sorge dafür, daß kein Wasser Außenseite des Kessels in Berührung kommt, Rostbildung und schwache Stellen verursacht. ɛstellen oder Umhüllungen sind vor Feuchtigkeit ɛn.

lvanische Wirkung. Stellen, die mit Kupfer lessing in Berührung kommen, sind bei Vorısein von Wasser häufig auf Anzeichen von ion zu untersuchen. Wenn das Wasser salzig äuerlich ist, verhütet man meist die Korrosion das Einsetzen von metallischem Zink; dasselbe ɛdoch beobachtet und von Zeit zu Zeit erneuert ı.

rciertes Feuern. Kessel, die dicke Platten lem Feuer ausgesetzte Nietnähte haben, sollten m angeheizt und deren Forcieren vermieden ı. Bei dünnen Wasserröhren und genügender rzirkulation kann jedoch aus diesem Umstand ichaden erwachsen.

illstand. Sollte ein Kessel auf einige Zeit un-t stehen, so leere man denselben und trockne ›llständig. Ist dies nicht tunlich, so fülle man ben vollständig mit Wasser unter Zusatz von gewöhnlicher Soda. Die der Feuchtigkeit austen Außenteile sollten mit Leinöl angestrichen n.

lgemeine Reinlichkeit. Sämtliche Gegen-: im Kesselhause müssen rein und in gutem nde gehalten werden. Nachlässigkeit verursacht hwendung und Verfall.

DAMPFKESSELUNTERSUCHUNGEN.

r Zweck der Untersuchung eines Dampfkessels, ie Dampfmenge und Qualität [illegible] ›rochen und regelmäßig unter gewissen [illegible] m zu liefern imstande ist, die erforderliche ımaterialmenge, um diese Dampfmenge zu ern, und zweitens noch andere Tatsachen und festzustellen. Große Sorgfalt und Genauigkeit sowie Anwendung der vollkommensten Apparate

sind zur F[illegible] [illegible] sonst Irrtümer [illegible] kommen, welche wertlos machen [illegible] sogar gefäl[illegible] ders bei der Untersuchung der [illegible] vermittels eines Kalorienmetergef[illegible] doch auf der Jubiläums-Ausst[illegible] ein Irrtum von ¹/₁₆ kg beim Abw[illegible] eine Differenz von 3% in dem [illegible] Die Hauptpunkte, die bei einer [illegible] festgestellt und notiert werden m[illegible]

1. Bauart und Größe des Kess[illegible] fläche, der Dampf- und Wass[illegible] berührten Heizfläche und Zu[illegible] den Röhren oder in den Züg[illegible]
2. Bauart und Größe der Feuer[illegible] freie Rostfläche, Höhe und Qu[illegible] steins, Länge und Querschnit[illegible]
3. Beschaffenheit und Qualität [illegible] und die darin enthaltene Asch[illegible] Letztere ist wichtiger, als me[illegible] denn sie vermehrt nicht n[illegible] Brennmaterials, ohne den W[illegible] größern, sondern steigert au[illegible] Verluste durch die zur Verda[illegible] reißen durch den Schornstei[illegible] stande notwendige Wärmeme[illegible]
4. Temperatur der Außenluft, [illegible] Schornsteingase, des Brennm[illegible] und des Dampfes.
5. Dampfdruck, Barometerhöhe [illegible]
6. Gewicht des Speisewassers, [illegible] und der Asche. (Wasserme[illegible] verlässig für das genaue Mess[illegible]
7. Zeitpunkt des Anfanges un[illegible] suchung.
8. Qualität des Dampfes, ob [illegible] überhitzt.

Nach diesen Daten können [illegible] berechnet werden, welche die Ö[illegible] des Kessels, wie auch die zur E[illegible] Nutzeffekts genügenden oder [illegible] hältnisse ergeben.

Die Wassermenge, die pro [illegible] wird, ist allgemein als richtig[illegible] Leistungsfähigkeit eines Kessels, [illegible] um aber verschiedene Kessel [illegible] jeder mit Kohle von gleicher [illegible] Wasser von derselben Temper[illegible] und Dampf von gleichem Druck [illegible] [illegible] werden. Diese Norm ist die [illegible] zu 100° C. pro 1 kg Kohle, das [illegible] unter der Annahme, daß die K[illegible] [illegible], das Speisewasser kochen[illegible] unter atmosphärischem Druck [illegible]

... Werte von T und H stehen in
für gesättigte Wasserdämpfe auf Seite 96

MODERNE ELEKTRISCHE LICHT- KRAFTANLAGEN.

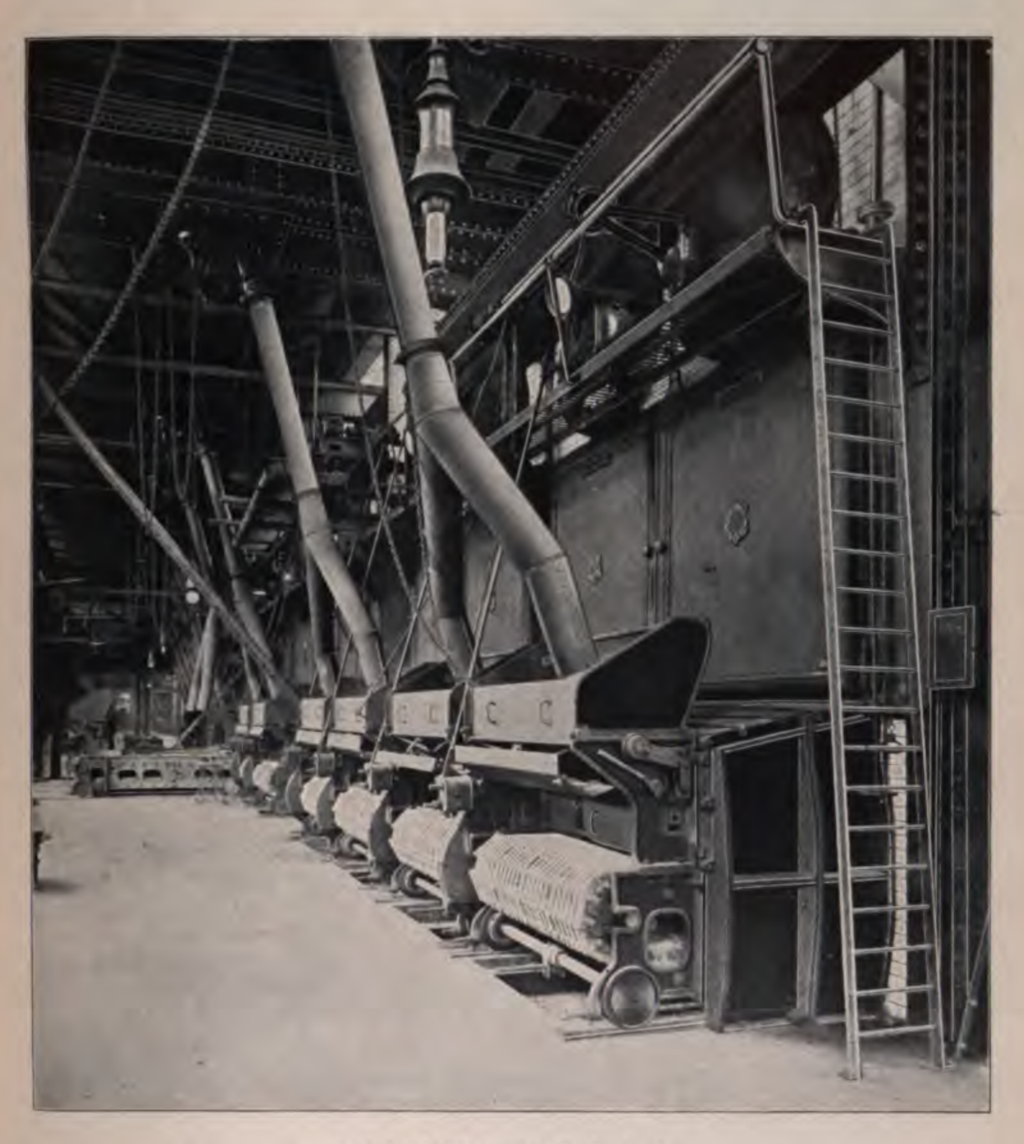
Die ausgedehnte Anwendung der el
dustrie und die Verwendung der Elekt
triebsmittel, wie Eisenbahnen, Straßenbahn
rke sowie zur Beleuchtung, hat zu einer En
der Konstruktion von Dampferzeugungsar
rt, an die man früher nicht gedacht hat.

Die Entwicklung hat sich nicht nur in der
egt, große Mengen von Kraft auf einem ge
m zu erzeugen, sondern man ist in de
e bestrebt gewesen, die größtmöglichste
t aus dem Brennmaterial unter Aufwend
gsten menschlichen Arbeit zu erzeugen.

ie Notwendigkeit, Zentralstationen zu bau
nmöglich gemacht, irgendeinen anderen
en Wasserrohrdampfkessel zu verwenden
der Wasserrohrkessel nicht das Vorteil
Erfolgreichste in bezug auf Ausnutzu
materials gewesen wäre.

ist der Dampfkessel, der die allerhöch
chung ohne schädliche Beeinflussung v
sind verheerende Explosionen bei ihm
geschlossen, während die Praxis geze
oßwasserraumkessel in dieser Bezieh
gefährlich bezeichnet werden müssen.

Notwendigk...



Zentral-Elektrizitätswerke Willesden-London.
28 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel mit Überhitzern und Kettenrosten.



Elektrische Zentrale Genua. 9 Babcock & Wilcox-Patent-Wasserrohrdampfkessel.

VERGLEICHENDE VERSUCHE MIT UND OHNE DUBIAU-PUMPE.

BERICHT

ÜBER VERGLEICHENDE VERSUCHE, WELCHE IN DEN WERKEN DER BABCOCK & WILCOX LTD. IN RENFREW MIT EINEM BABCOCK & WILCOX-PATENT-WASSERROHR-DAMPFKESSEL AUSGEFÜHRT WURDEN UNTER VERWENDUNG EINER DUBIAU-PUMPE UND OHNE DIESELBE.



In der uns von dem Erfinder vorgeschlagenen Weise bestand der Dubiau-Apparat aus einer dampf- und wasserdichten Kammer im Oberkessel, die aus eingebauten Platten gebildet wurde, und welche durch eine Anzahl enger Rohre, die am untern Ende in einem Winkel abgeschnitten waren, mit dem Dampfraum im Oberkessel in Verbindung stand (s. umstehend). Es ist nun die Behauptung aufgestellt worden, daß durch den vergrößerten Druck, der sich in dieser Kammer bilden muß, die Mischung von Wasser und Dampf, wie sie von den vorderen Sektionskammern geliefert wird, mit einer gewissen Kraft und vergrößerten Geschwindigkeit durch diese engen Verbindungsrohre in den Dampfraum des Kessels befördert würde, wodurch die Zirkulation erhöht werden soll. Des weiteren sind die hinteren Enden der obersten Rohrreihen mit durchlöcherten Stöpseln verschlossen, um hierdurch eine größere Verteilung des Wasserquantums in den unteren Rohrreihen zu erzielen. Außerdem waren von dem Erfinder des Apparates Flanschenrohre vorgeschlagen, welche die untersten Rohrreihen des Kessels am vorderen sowie am hinteren Ende unabhängig verbinden. Aus konstruktiven Hinsichten haben wir statt dieser Flanschenrohre eingewalzte Rohre verwendet. In der Figur „X" sind die Kammer mit „A" und die „Emulsionsrohre" mit „b" bezeichnet, die Verbindungsrohre zwischen den unteren Rohrreihen und dem Oberkessel sind mit „c" und „d" bezeichnet und wären ihrem Zwecke gemäß am vorderen Ende als Steigrohre und am rückwärtigen Ende des Kessels als Fallrohre zu benennen. Die Resultate von Versuchen, welche von andern Firmen mit ihren eigenen Kesseln angestellt wurden, schienen zu zeigen, daß, wenn die Mischung von Dampf und Wasser, welche aus den vorderen Rohrreihen aufsteigt, bis nahe unter die Wasserstandsebene zwangsweise geführt wird, die Erfolge inbezug auf Wasserzirkulation und den Wirkungsgrad besser seien, als wenn diese Mischung von Dampf und Wasser oberhalb der Wasserstandslinie, also in den Dampfraum des Oberkessels eingeführt wird; im letzteren Falle war noch die Verwendung von Gegenplatten empfohlen, um das vom Dampfe mitgerissene Wasser auszuscheiden. In Verfolg des Obigen haben wir uns entschlossen, eine Reihe von Wirkungsgrad-Versuchen an den Kesseln unserer Werke auszuführen, um die relativen Vorzüge des Dubiau-Apparates, verglichen mit der üblichen Konstruktion unserer Kessel, festzustellen und ebenso die relativen Vorteile der oben erwähnten Steig- und Fallrohre sowohl gegenüber unserer gebräuchlichen Konstruktion als auch einer einfacheren Konstruktion von Röhren gegenüber, welche die Mischung von Dampf und Wasser bis dicht unter die Wasserstandsebene führt, zu fixieren.

Die Kessel, an welchen diese Versuche ausgeführt wurden, haben alle dieselbe wasserberührte Heizfläche. Um jede Frage darüber, ob Wasser in dem einen oder anderen Versuche mitgerissen wurde, ein für allemal auszuscheiden, waren die Kessel mit Überhitzern versehen, und, um jeden Zweifel betr. der Feuerung inbezug auf deren sorgfältige Bedienung ebenfalls zu beseitigen, waren die Kessel alle mit unserer patentierten mechanischen Kettenrost-Feuerung versehen. Auf diese Weise haben wir zwei Elemente, welche oft bei Kessel-Untersuchungen zu unsicheren Resultaten führen, vermieden. Die Kohle, welche bei allen Versuchen verwendet wurde, stammte aus derselben Grube und von einer einzigen Lieferung; trotzdem waren von verschiedenen Kohlenproben chemische Untersuchungen angefertigt, welche den gleichen kalorischen Heizwert der Kohle ergaben. Bei unserer mechanischen Kettenrost-Feuerung ist für eine gegebene Kesselgröße eine kleinere Rostfläche erforderlich als bei gewöhnlichem Stocher durch Hand. Der bei den Versuchen von den Kesseln erzeugte Dampf wurde an die Hauptdampfleitung für den Betrieb unserer Werke geliefert, so daß die Kessel auch nach dieser Hinsicht unter gleichen Bedingungen gearbeitet haben. Sämtliche Wasserverbindungen waren von der Hauptspeiseleitung abgetrennt. Der Versuchskessel wurde von einer besonderen Speisepumpe bedient, welche das Wasser einem kalibrierten Reservoir entnahm. Die Kalibrierung des Reservoirs geschah durch Gewichtseinheiten. Die Temperaturen wurden sämtlich vermittelst geprüfter Thermometer gemessen, ebenso die Temperatur der Fuchsgase vermittelst eines geprüften Quecksilberpyrometers. Die an sich unbedeutenden Verschiedenheiten in den Mengen der verfeuerten Kohle pro Stunde hängen mit der Dampflieferung für den Betrieb der Werke zusammen. Der Heizwert der bei den Versuchen verwendeten Kohle war gering; die Kohle, eine schottische Kohle, war bituminös und bildete bei

TABELLE DER VERSUCHE MIT UND OHNE DUBIAU-PUMPE.

		Steig- und Fallrohre und gebogene Rohransätze		DUBIAU-PUMPE				Normal-Konstruktion		Steig- und Fallrohre mit Trockenplatte	
Versuchsnummer	—	1	2	3	3a	4	4a	5	6	7	8
Datum	1899	17. Nov.	25. Nov.	29. Nov.	1. Dez.	30. Nov.	2. Dez.	14. Dez.	19. Dez.	6. Dez.	13. Dez.
Heizfläche	qm	169.91	169.91	169.91	169.91	169.91	169.91	169.91	169.91	169.91	169.91
Rostfläche	qm	3.114	3.114	3.114	3.114	3.114	2.114	3.255	3.255	3.114	3.114
Heizfläche des Überhitzers	qm	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62	23.62
Versuchsdauer	Stunden	6	5	6	6	5	5	6	5	6	5
Benennung der Kohle	—	Bituminöse schottische Kohle (Bardyke Singles).									
Kalorischer Heizwert der Kohle	—	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.	6094 Kal.
Mittlerer Dampfüberdruck	Atmosph.	11.6	11.2	10.9	10.9	11.17	11.10	10.76	11.39	11.07	11.43
Mittlere Temperatur des Speisewassers	Grad Cels.	10	10.88	11.11	11.11	10.72	11.11	10	7.4	10	7.66
Totalgewicht der verbrauchten Kohle	kg	1905.1	1769.02	1960.44	2063.86	1859.74	1859.74	1952.46	2131.9	1963.16	1950.46
Feuchtigkeit in der Kohle	%	4	2.8	5	4	4	4	4	6.5	8	4
Asche	kg	144.47	134.26	157.39	198.67	115.66	154.67	241.08	203.21	166.47	175.99
Gewicht der trockenen Kohle	kg	1828.90	1719.49	1862.46	1981.31	1785.35	1785.35	1875.36	1993.33	1806.11	1872.44
Gewicht der verbrennbaren Substanzen in der Kohle	kg	1684.43	1585.23	1705.07	1782.64	1669.69	1630.68	1634.28	1790.12	1939.64	1649
Prozent der Asche	%	7.87	7.8	8.04	10.02	6.4	8.66	12.85	10.19	9.21	9.4
Verdampftes Wasser, Totalgewicht	kg	12315.15	11866.09	12318.33	13063.59	12020.31	11827.54	12215.36	12587.31	12183.61	12065.68
Verdampftes Wasser per Stunde unter den Verhältnissen des Versuches	kg	2052.52	2373.21	2053.05	2177.26	2404.06	2365.50	2035.89	2517.46	2030.60	2413.13

		Steig- und Fallrohre und gebogene Rohransätze		DUBIAU-PUMPE				Normal-Konstruktion		Steig- und Fallrohre mit Trockenplatte	
Verdampftes Wasser per Stunde, Dampf von 100° aus Wasser 0°	kg	2499	2890	2494	2645	2928	2879	2477	3081	2473	2944
Dampf pro Kilogramm Kohle unter den Verhältnissen des Versuches	kg	6.73	6.90	6.61	6.59	6.73	6.624	6.52	6.31	6.74	6.44
Dampf von 100° aus Wasser von 0° pro Kilogramm Kohle	kg	8.197	8.404	8.031	8.013	8.19	8.068	7.934	7.72	8.209	7.856
Dampf pro Kilogramm effektiv verbrennbarer Substanzen der Kohle	kg	7.31	7.48	7.32	7.32	7.19	7.22	7.49	7.031	7.43	7.30
Dampf von 100° aus Wasser von 0° pro Kilogramm verbrennbarer Substanzen der Kohle	kg	8.90	9.11	8.90	8.90	8.75	8.79	9.115	8.605	9.049	8.90
Temperatur des Dampfes	Grad Cels.	233.88	255.55	236.27	234.77	244.05	237.77	221.11	238.05	225.9	252.77
Überhitzung des Dampfes	Grad Cels.	44.44	67.6	49.4	47.95	56.55	51.4	35	49.44	38.12	58.61
Temperatur der Fuchsgase	Grad Cels.	273.33	296.66	247.0	266.55	283.33	267.77	299.44	348.61	226.20	283.88
Temperatur der Luft vor dem Kessel	Grad Cels.	21.27	23.83	20.05	20	17.38	17.22	9.77	19.83	17.26	9.44
Zugstärke des Schornsteins am Schieber	mm	0.467	0.777	0.487	0.487	0.711	0.711	0.457	0.785	0.482	0.789
1 kg Kohle sollte theoretisch - kg Wasser von 0° in Dampf von 100° verwandeln	—	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33
Prozent des im Kessel verwerteten Heizwertes der Kohle	%	72.34	74.18	70.90	70.72	72.28	71.20	70.03	68.16	72.44	69.33
Prozent des im Überhitzer verwerteten Heizwertes der Kohle	%	2.32	3.61	2.57	2.46	2.96	2.69	1.77	2.42	2.00	2.93
Nutzwirkung des Kessels und des Überhitzers	%	74.66	77.79	73.47	73.18	75.24	73.89	71.80	70.58	74.44	72.26

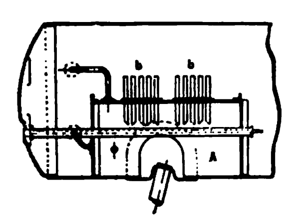
Handfeuerung große Quantitäten schwarzen Rauches. Mit der mechanischen Kettenrost-Feuerung arbeitete die Kohle jedoch fast rauchlos.

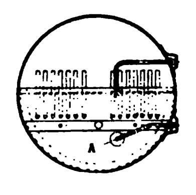
Die Kohle wurde sorgfältig auf einer vorher geprüften und rektifizierten Wage abgewogen.

Versuche No. 1 und 2 sind mit einem Kessel ausgeführt, welcher Steig- und Fallrohre und gebogene Rohransätze hat; letztere waren an den kurzen Verbindungsrohren, die die Sektionskammern mit dem Dubiau-Apparat, noch gebogene Rohransätze an den vorderenSektionskammer-Verbindungsrohren aufweist (Figur „Z").

Versuche No. 7 und 8 wurden an einem Kessel ausgeführt, an welchem nur diese Extra-Steig- und Fallrohre, jedoch kein Dubiau-Apparat oder gebogene Rohransätze eingebaut waren.

Wie aus der Zusammenstellung der Versuchs-





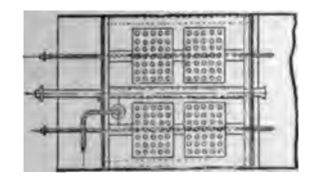


Fig. X

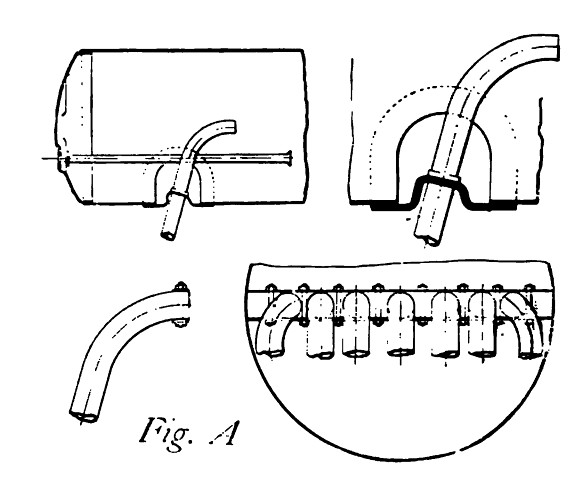


Fig. A

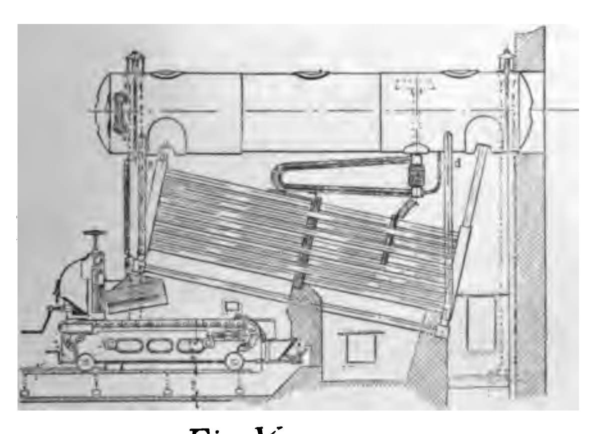


Fig. Y

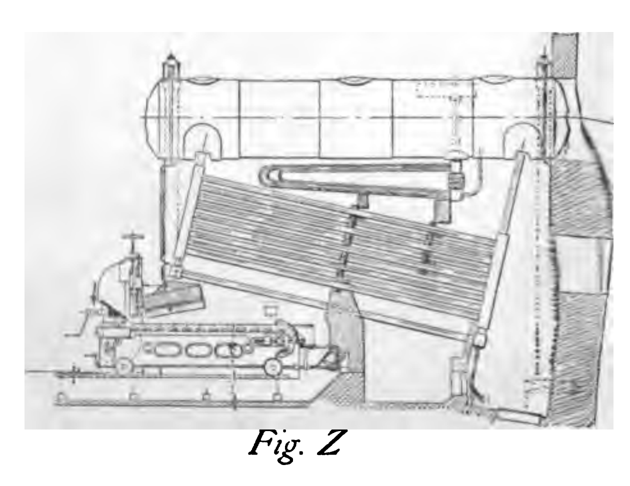


Fig. Z

Oberkessel verbinden, aufgesetzt, wie in Figur „A" veranschaulicht.

Versuche No. 3, 3a, 4 und 4a wurden mit demselben Kessel ausgeführt, nachdem die obenerwähnten gebogenen Rohransätze aus dem Kessel entfernt waren, die den Dubiau-Apparat bildende Kammer eingebaut und die hinteren Enden der oberen Rohrreihen bis auf die 4 untersten mit den obenerwähnten Stöpseln versehen waren.

Versuche No. 5 und 6 wurden in einem Nachbarkessel unserer normalen Konstruktion ausgeführt, der weder diese Extra-Steig- und Fallrohre, noch den

resultate hervorgeht, liegen sämtliche Wirkungsgrade zwischen $70^1/_2$ und $75^0/_0$, mit Ausnahme des Versuches No. 2, welcher ein ausnahmsweise gutes Resultat, nämlich über $77\ ^0/_0$, lieferte.

Aus diesen Versuchen geht nun augenscheinlich hervor, daß die gebogenen Rohransätze, welche auf die vorderen Verbindungsrohre der Sektionskammern mit dem Oberkessel aufgesetzt waren, um das Gemisch von Wasser und Dampf, wie in Figur „A" ersichtlich, bis dicht unter die Wasserstandsebene zu führen, dasselbe Resultat liefern, welches mit der Dubiau-Einrichtung erzielt werden konnte, jedoch mit einem

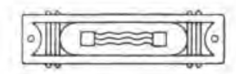
Minimum von Komplikationen und einem Minimum von Kosten. Die durchlöcherten Stöpsel in den hinteren Enden der oberen Rohrreihen haben keine irgendwie in Betracht kommenden Vorteile ergeben.

Die Vorteile der Extra-Steig- und Fallrohre sind bei einem Kessel von normaler Belastung von unbedeutendem Werte. Es hat wenig Zweck, wenn schon mit Kesseln unserer normalen Konstruktion ein Wirkungsgrad von 70 % und darüber erreicht werden kann, Komplikationen in die Kessel einzubauen, welche naturgemäß größere Sorgfalt erfordern. Am wenigsten jedoch von allem scheint die Einführung einer Komplikation wie der Dubiauschen Erfindung wünschenswert, welche, ohne eine Erhöhung des Wirkungsgrades zu erzielen, einige gefährliche Elemente in sich schließt.

Die Stöpsel an den rückwärtigen Enden der oberen Rohrreihen in den Sektionskammern würden bei längerem Betriebe wahrscheinlich durch Inkrustation teilweise sich verstopfen, und so die Zufuhr von Wasser zu diesen Rohren derartig gemindert werden, daß ein Verbrennen der Rohre eintreten müßte. Die engen Rohre in der Kammer, welche mit „b" bezeichnet sind, sind ebenfalls einem teilweisen Verstopfen durch Inkrustation unterworfen, insbesondere bei Verwendung von schmutzigem Wasser.

Die forcierte Lieferung der Mischung von Wasser und Dampf gegen die Decke des Oberkessels erfordert absolut die Verwendung eines Überhitzers.

Aus Obigem ist wohl klar ersichtlich, daß durch den Einbau des sogenannten Dubiauschen Apparates keinerlei Vorteile zu erzielen sind.



Referenzen umstehend!

Der Babcock & Wilcox-Pater
40000 Stück Verbreitung gefund
6000000 qm in allen Zweigen d
sind für die einzelnen Industrieen

Baumwoll- und Leinenspinnereien .....
Bergwerksbetrieb ....
Bolzen-, Schrauben- und Nagelfabrikatio
Brauereien und Brennereien ....
Buchdruckereien ....
Chemische Industrie ....
Drahtfabriken ....
Eisen- und Stahlwerke ....
Eis- und Kältemaschinen-Betriebe ....
Elektrisch betriebene Bahnen ....
Elektrische Licht- und Kraftzentralen .....
Export (soweit nicht anderweitig erwähnt) .
Färbereien und Bleichereien ....
Gas-Anstalten ....
Gießereien ....
Glashütten ....
Heizungsanlagen ....
Heizungs- und Kraftanlagen ....
Holzbearbeitung ....
Juwelenschleifereien ....
Dampfbahnen ....
Kaffee- und Gewürzbranche ....
Kleider- und Ausstattungsbranche..........
Konfektionsbranchen ....
Kupfer- und Messingwerke ....
Landwirtschaftliche B...











